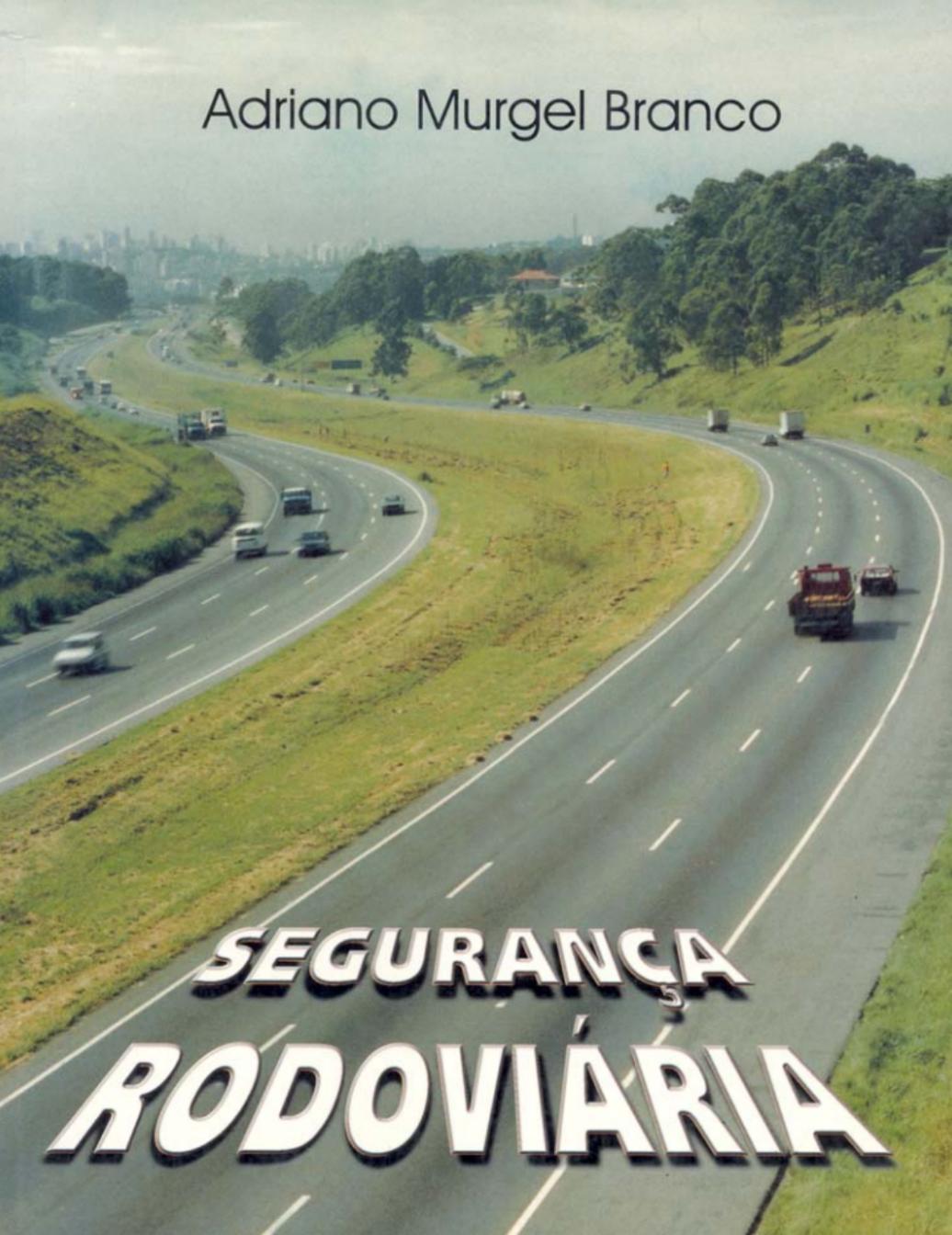


Adriano Murgel Branco



**SEGURANÇA
RODOVIÁRIA**

Adriano Murgel Branco

SEGURANÇA RODOVIÁRIA

1999

Edição

Editora CL-A Cultural Ltda.

Editor Responsável:

Mario Ernesto Humberg

Coordenação:

Cyra Morato Leite

Texto de autoria do

eng. Adriano Murgel Branco

Revisado pelo autor

Colaboradores:

Gabriel M. Branco

Marcelo C. Branco

Mauro Uehara

Jonh Butcher

Ivan O. Branco

Eduardo Murgel

Hélio Moreira

Fotografias:

Marcelo C. Branco

Gabriel M. Branco

Projeto Gráfico:

Genivaldo Matias

Fotolito:

YM Studio Gráfico & Fotolito

Impressão:

Magnaprint

Editora CLA

Rua Cel. Jaime Americano, 30 sls 12 e 13

Vila São Francisco – São Paulo – SP

Fone/Fax: (11) 3766-9015

e-mail: editoracla@editoracla.com.br

Direitos reservados à

Associação Brasileira de

Concessionárias de Rodovias – ABCR

<http://www.abcr.org.br>

1999

Impresso no Brasil

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Branco, Adriano M., 1931 –
Segurança Rodoviária / Adriano M. Branco. –
São Paulo : Editora CL-A 1999.

Bibliografia.

1. Rodovias – Medidas de segurança
2. Trânsito – Segurança I. Título

99-4141

CDD-363.125

Índices para catálogo sistemático:

1. Rodovias – Medidas de segurança 363.125
2. Segurança Rodoviária 363.125

ÍNDICE

PREFÁCIO	6
APRESENTAÇÃO	7
1. TRANSPORTE X TRÂNSITO	10
2. A SEGURANÇA VIÁRIA	14
2.1. MENTALIDADE DE SEGURANÇA	14
2.2. A ESTRADA SEGURA	18
2.2.1. Estatísticas de acidentes	18
2.2.2. Causas dos acidentes	18
2.2.3. Custos	20
2.3. OS ACIDENTES NO MUNDO	22
2.4. OS ACIDENTES NO BRASIL	26
3. NORMAS BRASILEIRAS DE TRÂNSITO E DE SEGURANÇA	32
4. SINALIZAÇÃO RODOVIÁRIA	36
4.1. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	36
4.2. SINALIZAÇÃO VERTICAL – PÓRTICOS	39
4.2.1. Sinalização Vertical	39
4.2.2. Pórticos	42
4.3. DISPOSITIVOS AUXILIADORES DE SINALIZAÇÃO	43
4.3.1. Tachas e Botões	43
4.3.2. Balizadores	45
4.3.3. Delineadores	45
5. PROTEÇÃO DAS RODOVIAS	46
5.1. DEFENSAS METÁLICAS	46
5.2. BARREIRAS DE CONCRETO	53
5.3. ATENUADORES DE IMPACTO	57
5.4. PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE – BARREIRAS ACÚSTICAS	59
5.4.1. Princípio de atuação	59
5.4.2. Materias empregados	61
6. PREVENÇÃO DE ACIDENTES	62
6.1. ANTI-OFUSCAMENTO	62
6.2. PASSARELAS	66
6.3. CERCAS E ALAMBRADOS	68
6.4. BALANÇAS/PESAGEM	70
6.5. CARGAS PERIGOSAS	71

7. ATENDIMENTO AO USUÁRIO	75
7.1. SOCORRO MECÂNICO	75
7.2. SOCORRO MÉDICO	76
8. GERENCIAMENTO E CONTROLE DE TRÁFEGO	78
8.1. INTRODUÇÃO	78
8.2. TELEMÁTICA APLICADA AO TRÁFEGO	78
8.3. CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL (CCO) – UNIDADE CENTRAL	79
8.4. SISTEMAS DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE TRÁFEGO POR VÍDEO (CIRCUITOS FECHADOS DE TV)	80
8.5. REGISTRADORES DE INFRAÇÕES	80
8.6. PAINÉIS DE MENSAGENS VARIÁVEIS – SINALIZAÇÃO VERTICAL VARIÁVEL	80
8.7. DETETORES DE VEÍCULOS – COLETA DE DADOS	81
8.8. ANALISADORES DE TRÁFEGO (CONTADORES / CLASSIFICADORES)	82
8.9. MECANISMOS PARA CONTROLE DE TÚNEIS, PONTES E VIADUTOS	82
8.10. SISTEMAS DE CONTROLE DE PEDÁGIOS	83
8.11. SISTEMAS PARA CONTROLE DE VELOCIDADE – RADARES	84
8.12. SISTEMAS DE TELEFONIA DE EMERGÊNCIA (CALL BOX)	84
8.13. ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS PARA RODOVIAS	84
8.14. PROGRAMAS PARA SIMULAÇÃO DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO	84
8.15. REDE DE COMUNICAÇÃO	85
8.16. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIGs) PARA O MONITORAMENTO DE RODOVIAS	85
9. DA TEORIA À PRÁTICA	89
9.1. INTRODUÇÃO	89
9.2. ALGUNS PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS	89
9.3. EXEMPLOS FINAIS	96
10. O FUTURO DAS AUTO ESTRADAS	101
10.1. INTRODUÇÃO	101
10.2. ASPECTOS TECNOLÓGICOS NAS ESTRADAS	101
10.3. CONCLUSÕES	106
BIBLIOGRAFIA	108

PREFÁCIO

A segurança nas rodovias é um dos aspectos prioritários no trabalho das concessionárias brasileiras. Embora já estejam sendo adotadas várias medidas para reduzir acidentes nas pistas – tais como, a construção de passarelas, programas de conscientização dos motoristas e pedestres, melhorias no pavimento e na sinalização horizontal e vertical etc. – temos consciência de que ainda há muito a fazer.

Para aprofundar a discussão de um tema inesgotável como este, não poderíamos deixar de apoiar a iniciativa do engenheiro Adriano Murgel Branco para o lançamento deste livro. Tal publicação aborda a questão da segurança com seriedade, profundidade e clareza, constituindo um importante material de consulta para as concessionárias, fornecedores e especialistas.

Gostaríamos de parabenizar o autor e sua equipe pelo empenho e registrar nossos sinceros agradecimentos por esta grande contribuição a toda sociedade brasileira.

Moacyr Servilha Duarte

Presidente da Associação Brasileira
de Concessionárias de Rodovias – ABCR

APRESENTAÇÃO

A Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias – ABCR, pediu-me que elaborasse um manual de segurança rodoviária, que auxiliasse aos concessionários e ao próprio poder concedente a ter um entendimento adequado quanto ao problema de segurança das rodovias.

A iniciativa é muito bem-vinda, porquanto esse é um tema que oferece muitas controvérsias. Com efeito, segurança absoluta não existe. Se procurarmos elevar os índices de segurança, elevamos concomitantemente os custos de implantação, operação e manutenção dos dispositivos e instalações a ela dedicados. No limite, chegaremos ao custo infinito, para alcançar a meta hipotética do acidente zero.

Lamentavelmente, a vida dos usuários da rodovia tem um valor limitado pelas condições econômicas do sistema de transportes. Num primeiro momento, poder-se-á dizer que, na ótica do operador rodoviário, o custo de evitar acidentes (ou o seu agravamento) tende a se equiparar ao custo de atender ao acidentado. Mas na ótica do poder público, as exigências de redução de acidentes poderão ser maiores – se o interesse público assim o exigir – cabendo-lhe propiciar as condições econômicas, através de tarifas ou subsídios.

É sempre apoiados na razão econômica, que os países desenvolvidos investem mais na segurança, aprimorando continuamente as rodovias e os veículos. Mas o Brasil é um país pobre, onde se necessita conviver com veículos velhos e freqüentemente mal conservados. Há, portanto um caminho pela frente no campo da educação para o trânsito, da crescente exigência quanto à qualidade do veículo e de sua conservação, bem como quanto à forma de sua utilização.

A década de 1970 foi caracterizada, no tocante às rodovias, por um surto de modernização, particularmente no que diz respeito às condições de segurança. É de se destacar o esforço empreendido pelo DNER nesse particular, que procurou desenvolver estudos, normas, experiências com vários dispositivos de segurança, das defensas metálicas ao socorro médico eficiente. A equipe dirigida por Homero Caputo fez escola naquele departamento.

Igual dedicação ao assunto teve a DERSA – Desenvolvimento Rodoviário S/A, que encarnou na figura de Olavo Guimarães Cupertino uma preocupação constante com a melhoria da segurança, indo buscar e implantar a melhor tecnologia disponível nessa área.

Os vários DER's, como muitos departamentos municipais, também foram em busca de aprimoramento de suas vias e, principalmente, das condições de tráfego e de segurança. Em São Paulo, a municipalização do trânsito, conduzida por Íon de Freitas e, mais tarde, a criação da Companhia de Engenharia de Tráfego pelo prefeito Olavo Setúbal, tendo como responsáveis principais o Secretário Olavo Guimarães Cupertino e o Presidente Roberto Scaringela, foram passos importantes no sentido do aprimoramento da circulação urbana.

Infelizmente, a crise econômica iniciada na década de 80, aliada as dificuldades institucionais de grande monta, enfrentadas na transição democrática do Brasil, criaram um grande hiato nos esforços da nossa modernização rodoviária. Não só reduziram-se consideravelmente os investimentos nessa área – como, de resto, em todo o setor de transporte – mas também na própria manutenção das estradas, que, em grande parte do Brasil, deterioraram-se perigosamente. Talvez uma exceção tenha sido o Estado de São Paulo, onde se cuidou minimamente da

conservação das rodovias, implantaram-se novas e promoveu-se grande investimento na pavimentação de estradas rurais.

O final desse ciclo se deu com a decisão de conceder à iniciativa privada a operação das principais rodovias do País, com responsabilidades pela restauração, melhoria e até expansão de algumas redes de estradas, mediante remuneração proveniente da implantação de pedágios. Praticamente em todos os estados se trabalha febrilmente nesse programa de aprimoramento do sistema rodoviário.

Muitas iniciativas modernizantes estão sendo adotadas: controle informatizado do tráfego, cobrança eletrônica das tarifas, barreiras centrais móveis, assistência médica de elevada qualidade, socorro mecânico eficiente, atendimento eficaz ao usuário, dentre outras. Ao mesmo tempo, medidas imediatas de corrigir falhas, de melhorar a segurança, de aprimorar a sinalização, estão sendo adotadas em toda parte.

Entretanto, faz muito tempo que não se cuida intensivamente dos dispositivos de segurança, embora a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT continue no seu importante trabalho de normatizá-los. Quando, no início da década de 70, os órgãos públicos rodoviários decidiram investigar soluções inovadoras para a questão da segurança, a ABNT tomou a si produzir normas e o fez com acuidade digna de país de primeiro mundo. Muitos foram os técnicos que aderiram a essa tarefa, que teve como um dos principais batalhadores o eng^o Boruch Grimblat, do DNER.

Mas a coleta de resultados, de tudo que de novo se fez, não teve o tratamento técnico/científico que deveria ter tido, para atuar como “feedback” necessário à normatização. Provavelmente agora se terá condições de obter estatísticas confiáveis em ampla área do País, complementando o trabalho de desenvolvimento até aqui feito. Já se vêem nas concessionárias de rodovias interessantes trabalhos de controle do tráfego e dos acidentes, que servirão sobremaneira para o aperfeiçoamento do transporte e do tráfego rodoviário.

Por outro lado, a criação e implantação das agências regulamentadoras e controladoras das concessões constituem mais um importante passo no sentido da formação dos critérios brasileiros aos quais se submeterá a operação rodoviária, incluída à questão da segurança. A agência estudada no Estado de São Paulo tem o exato objetivo da criação de verdadeira parceria com as concessionárias, no sentido de chegar aos melhores atendimentos aos usuários.

Enquanto isso – e até por consequência – os DER's buscam modernizar a sua atuação sobre as rodovias que permanecerão como de responsabilidade direta do estado, certos de que a comparação de seus êxitos com aqueles das estradas concedidas é inevitável. Por isso, prepararam-se também para a operação rodoviária, transcendendo a sua clássica missão de construtores de rodovias.

As concessionárias sabem, por seu turno, que serão mais e mais cobradas pelos seus usuários, até por que cobram-lhes o pedágio. E também sabem que, nessa cobrança, poderão surgir ações jurídicas de difícil ajuizamento, quase todas elas, por certo, oriundas de problemas de segurança.

A lei federal n^o 8987, de 13/02/95, que regulamentou o artigo n^o 175 da Constituição Federal, dentre muitos dispositivos reguladores de concessões, definiu o que denominou de serviço adequado, a ser prestado pelo concessionário, em seu Artigo 6^o, parágrafo 1^o:

“Serviço adequado é o que satisfaz as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia na sua prestação e modicidade nas tarifas.”

A definição é impecável. Os atributos do serviço adequado ali enunciados são tudo o que

gostaríamos de ver na prestação dos serviços públicos. Todavia, ficam no ar algumas indagações, do tipo: o que é um serviço seguro; quando é que a tarifa é módica?

As respostas a estes e outros quesitos depende de muitas coisas, dentre elas o custo viável do atendimento a cada uma daquelas qualificações. Por isso, a sociedade, o poder público e as concessionárias não de agir em conjunto para, progressivamente, estabelecer o consenso, em cada momento, acerca do que se deseja como nível de segurança.

O Brasil tem hoje normas muito avançadas na área de segurança rodoviária. Mas, para aplicá-las rigorosamente, de uma só vez, serão necessários bilhões de reais de investimento. Por isso mesmo, não prosperam nos tribunais, hoje, ações que incriminem o estado por esse ou aquele desrespeito a uma norma de segurança viária. Lembro-me de gravíssimo acidente ocorrido na via Anhanguera, nos anos 70, em que um veículo atravessou o canteiro central e matou todos os passageiros do carro que vinha em sentido contrário. O canteiro era estreito, em aclive para a outra pista, possuía guias laterais e fora pavimentado, criando todas as condições para um acidente grave. A subida do carro desgovernado por essa “rampa de lançamento”, fê-lo atingir o pára-brisas do outro. Era evidente a falha de segurança da via, mas isso não foi suficiente para que o DER se visse condenado. À época se disse que, se situações como aquela deversem ser corrigidas (mais tarde o foi, com o rebaixamento do canteiro e implantação de defensas), não haveria dinheiro suficiente em todo o Brasil para fazê-lo em todas as rodovias inseguras.

O presidente Juscelino Kubistcheck morreu em situação semelhante: se o canteiro central que o seu carro atravessou tivesse defensas ou barreira, a gravidade do acidente teria sido muito menor.

Corrigir, portanto, os trechos perigosos das rodovias dependem de critérios técnicos bem definidos (as normas brasileiras, que são fartas, constituem a principal fonte) e um consenso quanto à progressividade das medidas. Neste particular, as estatísticas de acidentes, indicando os principais pontos críticos, são os mais importantes indicadores de prioridades.

A ABCR está consciente da grande responsabilidade e da grande tarefa que os seus associados têm pela frente. Mas também sabe que a falta de uma experiência acumulada pode induzir a erros, no tratamento do problema da segurança. Para alguns de seus associados, temos tido a oportunidade de realizar “diagnósticos de segurança”, onde se evidenciam problemas importantes e, por vezes, o seu tratamento de forma inadequada.

Por isso, esse manual se dedicará não somente aos aspectos técnicos, normativos, mas também à solução prática dos mais comuns problemas de segurança rodoviária.

Ao encerrar esta apresentação é de inteira justiça referir o apoio recebido de consultores com os quais habitualmente me associo, todos recrutados desta vez devido à dimensão da tarefa em curto prazo: Gabriel M. Branco e Marcelo C. Branco, que foram especialmente aos Estados Unidos visitar os principais órgãos normativos dos transportes e participar da Conferência Internacional “Enhancing Transportation Safety in the 21 st Century”; Mauro Uehara e John Butcher que procederam a uma ampla pesquisa de normas nacionais e estrangeiras; Ivan A. Branco, que sempre nos auxilia nas artes gráficas; Eduardo Murgel, que contribuiu com importante texto sobre proteção acústica; Fábio C. Branco, que discorreu sobre o geo-processamento; Hélio Moreira, que sabe tudo sobre sinalização. Ao Marcelo cabe a referência, ainda, pelos inúmeros registros fotográficos efetuados.

1. TRANSPORTE X TRÂNSITO

Mais do que nunca o aprimoramento dos meios de transporte se impõe, como regra de sobrevivência. No Brasil de hoje é indiscutível a primazia do transporte rodoviário sobre os demais, seja no transporte de passageiros, seja no de cargas, como se pode ver no quadro abaixo:

MODO	10 ⁶ x Pass.km	%	10 ⁶ x Ton.km	%
Rodoviário	806.920	96,9	416.720	63,1
Ferroviário	7.510	0,9	138.720	21,0
Aquaviário			77.400	11,7
Aéreo	18.120	2,2	2.030	0,3
Dutoviário			25.420	3,9
TOTAIS	832.550	100,0	660.290	100,0

Obs.: Se for excluído do transporte ferroviário aquele relativo a minérios ele se reduz a cerca de 30.000 x 10⁶ ton. Km.

Se compararmos estes dados com aqueles referentes ao EUA – país do automóvel e do caminho por excelência, com rede rodoviária pavimentada 27 vezes maior que a brasileira e cuja população é 66% maior que a do Brasil – já podemos sentir as discrepâncias não só nos volumes de transporte, como na distribuição modal.

MODO	10 ⁶ x Pass.km	%	10 ⁶ x Ton.km	%
Rodoviário	6.353.650	87,8	1.326.000	24,9
Ferroviário	21.240	0,3	1.912.970	35,9
Aquaviário			1.197.830	22,6
Aéreo	858.620	11,9	23.000	0,4
Dutoviário			863.440	16,2
TOTAIS	7.233.510	100,0	5.323.240	100,0

Essa predominância de transporte rodoviário encontra muitas explicações a começar pela débil estrutura organizacional com que se expandiu o transporte rodoviário em contraste com os pesados investimentos exigidos na implantação das ferrovias e com a organização complexa de que elas necessitam.

Por outro lado, as ferrovias privadas tradicionalmente se implantaram acopladas a negócios de terras (no caso dos bondes isso também ocorreu muitas vezes), que produziam lucros acessórios muito expressivos. Vale lembrar, no caso brasileiro, a Companhia Paulista de Estradas de Ferro que, para negociar terras e fazer um verdadeiro programa de colonização, através do qual criou cidades, instituiu a CAIC – Companhia de Agricultura, Imigração e Colonização, cujo patrimônio líquido, segundo se dizia à época em que foi encampada pelo Governo do Estado, valia mais do que o próprio patrimônio ferroviário. Só o parque florestal que ela possuía, mercê de um competente processo de seleção de mudas de eucalipto e de seu plantio,

chegava à casa dos quarenta milhões de árvores adultas. Mas, na medida, entretanto, em que os trechos ferroviários se concluíam, a ferrovia passava a viver exclusivamente do transporte que efetuava.

Contraopondo-se à necessidade do equilíbrio econômico das ferrovias, foi surgindo, aos poucos, uma rede de rodovias, totalmente financiada pelo poder público, onde proprietários de caminhões e de ônibus passaram a efetuar o transporte a longa distância, concorrendo com a estrada de ferro.

O surto rodoviário brasileiro iniciou-se na década de 20, quando a indústria mundial de auto-veículos atingia a sua maturidade, sendo de se recordar a frase de Washington Luiz, segundo o qual “governar é abrir estradas”. Mas foi após a 2ª guerra mundial que se criou o imposto único sobre combustíveis, principal fonte de investimentos rodoviários, precursores da implantação da indústria automobilística no Brasil, que se encarregou de montar um poderoso marketing em favor dos auto-veículos.

Na década de 60, o engº Altair Branco, então engenheiro do DER-SP, mas ex-ferroviário, escrevia com muita propriedade, na Revista de Engenharia Mackenzie: “A nosso ver, essa boa vontade, essa tolerância para com o caminhão, apóia-se em cumplicidade que existe no sub-consciente, onde o automóvel instalou-se, de há muito, como símbolo do prazer, enquanto que o trem representa dever, trabalho, sofrimento. Basta ver a expressão e a atitude de um motorista de caminhão conduzindo um “GOSTOSÃO”, um “NEM TE LIGO”, um “VOU COM DEUS”, um “SAI DA FRENTE”, em contraste com aquela do maquinista que, de frente enrugada e atento aos sinais, horários e prescrições, segue sobre as duas linhas paralelas, fatais como o destino e rígidas como o dever”. Mas já no congresso ferroviário de 1936, os adeptos das ferrovias diziam, com certo humor, que, enquanto os caminhões transportavam as caixas de whisky, os trens traziam de volta as garrafas vazias...

Essa preferência pelo transporte em veículos automotivos também ganhou as cidades. Em algumas décadas, o Brasil assistiu ao desmantelamento dos sistemas de bondes que chegou a possuir em 72 cidades. Era a pressão em favor do transporte por ônibus e, depois, em favor dos automóveis, que ia, aos poucos, retirando das ruas o sistema de maior capacidade de transporte, em troca de outros, de menor eficácia. A impossibilidade financeira e a falta de decisão política de implantar metrô ou outras formas de transporte de maior capacidade acabou por gerar congestionamentos insuportáveis nas grandes cidades, responsáveis por deseconomias monumentais. Na Região Metropolitana de São Paulo estima-se que os diferentes efeitos dos congestionamentos sobre a economia social possam ser avaliados em 22 bilhões de reais por ano! Ou seja, a população perde muito mais, todos os anos, de que custaria corrigir o problema, devolvendo-lhe a qualidade de vida perdida.

Essa dificuldade de resolver a saturação dos sistemas viários também se revela no domínio das rodovias. Por exemplo, o Sistema Anchieta-Imigrantes inicia a construção da 5ª via de descida da Serra do Mar (contada a antiga estrada do Vergueiro) para dar vazão ao tráfego. Mesmo assim, deverá operar esse conjunto de estradas com privilégio aos automóveis nos fins de semana, ficando praticamente insolúveis os problemas de chegada dessas rodovias às duas grandes aglomerações urbanas de Santos e de São Paulo. Mas, e depois? Virá uma nova rodovia?

É evidente que a solução ótima há de ser a de compromisso entre os sistemas rodoviário e

ferroviário. A linha da antiga Fepasa, ligando Campinas a Santos, foi reformada, foi duplicada e recebeu o terceiro trilho, para conciliar bitolas, há dez anos; mas está ociosa. Ociosa como toda a rede ferroviária do Estado que, tendo transportado 23 milhões de toneladas em 1986, não foi além de 13 milhões em 1998.

Espera-se que a concessão das grandes rodovias a empresas privadas, como também a da ferrovia, contribua com a nova mentalidade, que será a do transporte multimodal, buscando elevar a eficiência do sistema como um todo.

Mas não só para otimizar investimentos essas medidas se impõem. Especialistas em todo o mundo manifestam a sua inquietação com a progressiva escassez do petróleo, como também a crescente poluição ambiental. A escassez do petróleo será o fruto do rápido esgotamento das reservas mundiais e conseqüente elevação dos preços, que o mundo enfrentará inexoravelmente no início do próximo milênio: a poluição ambiental, por seu turno, que parecia ser apenas um problema dos grandes centros urbanos, mostra agora a sua face mais desconcertante, que é a acumulação do calor na atmosfera, de efeito globalizante, e responsável por catástrofes ambientais e mudanças ainda desconhecidas na agricultura de todo o mundo.

O Brasil, embora não esteja entre os países de maior contribuição ao calor atmosférico, pois tem a sua energia elétrica de fonte hídrica e ainda possui uma frota de auto-veículos proporcionalmente menor do que a das nações desenvolvidas, já dá sinais claros dos problemas causados pelos motores de combustão interna. Com efeito, no Brasil se consome, apenas nos transportes, energia equivalente a 184%, de toda a energia elétrica consumida para os diversos fins a que ela se aplica; no Estado de São Paulo, a energia dos transportes equivale a 157% da energia elétrica consumida.

Pior que isso, entretanto, é que as perdas sob a forma de calor, resultantes dos transportes, equivalem a 119% da energia elétrica consumida no País; essa proporção, no Estado de São Paulo, é de 102%. Essas perdas são oriundas do ciclo térmico que caracteriza os motores de combustão interna (Ciclo de Carnot), que lhes limita o rendimento energético.

Tais considerações são de molde a se dizer que o motor de combustão interna deverá ir para o museu nas próximas décadas, como a locomotiva a vapor o terá ido cem anos antes. Mas qual a solução?

Toda a indústria automobilística mundial se concentra hoje na substituição da tecnologia convencional por outra, baseada na conversão do hidrogênio em água, produzindo eletricidade. Os carros serão elétricos, abastecidos de hidrogênio, e com elevados rendimentos. Nada – ou quase nada – de calor e de contaminação do ar. Também poderão ser abastecidos de combustíveis derivados da biomassa (e de derivados do petróleo ou do gás natural, enquanto forem acessíveis), que se convertem em hidrogênio no próprio veículo.

Espera-se uma verdadeira revolução tecnológica, que já está em marcha. Mas ela sozinha não será suficiente para enfrentar a escassez dos combustíveis (inclusive os de biomassa, que são limitados) e o seu encarecimento. Será indispensável voltar a tração elétrica nas cidades e nos trens; e por que não nas rodovias? A Dersa possui estudo de linhas eletrificadas para o transporte de carga nas vias Anchieta e Imigrantes.

Será inexorável a otimização dos meios de transportes, através de multimodalização. As transportadoras tendem a ser, de fato **transportadoras**, ao invés de empresas de caminhões ou de trens.

A tendência do melhor aproveitamento das linhas férreas e das dutovias, através do “direito de passagem”, é outra realidade presente no transporte brasileiro.

A melhor exploração do transporte hidroviário (o Brasil tem 50.000 km de cursos d’ água navegáveis, desde que trabalhados para isso) é outra saída para reduzir custos e economizar combustíveis.

A hidrovía Tietê-Paraná, denominada por lei estadual de Catullo Branco, em homenagem ao seu idealizador, chegará ao transporte de 6 milhões de toneladas anuais nos próximos anos.

Novas idéias terão o seu curso, como por exemplo, o teleférico para transporte de carga inutilizada ao Porto de Santos, ou o tapete rolante no Centro de São Paulo. Projetos para isso são até disponíveis.

Em suma, é de se prever grandes transformações no campo dos transportes, que deverão ser levadas em consideração nos novos empreendimentos. O esforço de otimização, de redução de custos, de aumento de eficiência há de ser uma constante.

No que concerne aos acidentes, é óbvio que o sistema ferroviário, assim como o aeroviário, são muito mais imunes a eles. Na rodovia não há como obter sempre fluxos constantes, veículos bem mantidos, motoristas bem treinados, efeitos controlados da intempérie; mas impõe-se cada vez mais a **operação** do tráfego e o seu rigoroso controle, para reduzir as incertezas; impõe-se o projeto feito **com vistas à segurança** e não só ao fluxo; impõe-se a conservação adequada dos pavimentos, da sinalização, dos elementos de proteção; impõe-se a exclusão dos veículos em mau estado de conservação, mas também o socorro mecânico eficiente; impõe-se a segregação dos motoristas inabilitados ou intoxicados, mas também o socorro médico rápido, que salva muitas vidas.

2. A SEGURANÇA VIÁRIA

2.1. MENTALIDADE DE SEGURANÇA

Um programa efetivo de redução de acidentes depende da consciência do povo. Sem conhecimentos dos riscos de acidente que enfrenta, a população não contribui na redução destes riscos.

Porém, esta **mentalidade de segurança** não se difunde apenas através de ensinamentos, que muitas vezes são até interpretados como um esforço do poder público de dificultar a vida dos cidadãos, oprimindo-os. A maneira mais objetiva de conscientizar as massas para tais necessidades, é levá-las à prática cotidiana da segurança.

Os cidadãos norte-americanos e europeus já estão de tal forma habituados a um tratamento de segurança nas rodovias, que já não agem, via de regra, contra os preceitos de segurança. E isto se obteve pelo **exemplo** (condicionamento), pela **educação** e pelo **policimento**, agindo todos simultaneamente.

São constantes as recomendações, em diferentes países, no sentido de que se instruem adultos e crianças sobre as regras de trânsito. Os escolares (que são vítimas freqüentes do tráfego) aprendem hoje o respeito à sinalização, a procura das condições de segurança ao se dirigirem à escola e as regras gerais do tráfego. E em muitos países os adolescentes são treinados para auxiliar o trânsito e proteger os menores.

Diversas nações, outrossim, tornaram obrigatória a habilitação para ciclistas, a fim de lhes exigir comprovados conhecimentos das regras de tráfego. Aparece, aí, a habilitação como o primeiro momento de teste de aptidões, procedido pelo poder público.

Com o contínuo crescimento da taxa de motorização, uma parcela cada vez mais significativa da população passa por exames de normas de trânsito. Países há onde mais de 50% da população possuem certificados de habilitação. Dessa maneira, a seriedade desses exames é fator fundamental na divulgação dos ensinamentos relativos à segurança viária.

Dentre nós, entretanto, em contraste com o esforço de educação dos menores, o exame de habilitação de motoristas ainda é dos mais precários, quando não uma farsa completa.

Existe a necessidade de se realizar uma ampla campanha de esclarecimento, ensinando ao motorista noções que podem ajudá-lo consideravelmente na sua segurança. Estão entre elas:

- A distância que ele deve manter entre o seu carro e o da frente, em cada velocidade;
- A perda parcial de segurança e de acuidade visual nas intempéries;
- Os riscos de acidente em estradas mal sinalizadas, de pista única e onde transitam pedestres;
- A perda de velocidade de reação física quando dirige em estado de sonolência, alcoolismo ou estafa;
- Os riscos de dirigir sob efeito de medicamentos para não dormir. (Há registro de motoristas que chegam a dirigir por 32 horas, sob efeito de drogas);
- Os riscos de dirigir o veículo sem adequada manutenção, com freios deficientes, pneus

gastos, limpadores de pára-brisas enguiçados, lâmpadas queimadas, excesso de fumaça e de ruído;

- g) A relação existente entre o acréscimo de velocidade imprimido ao veículo e a crescente elevação do risco de acidente;
- h) Os inconvenientes de atirar detritos na pista.

Esses são alguns dos elementos mais correntes de prevenção a indicar aos motoristas. Outros há cuja maior ou menor relevância poderá ser indicada pelas estatísticas de acidentes.

O importante é notar que a difusão desses conselhos vai formando progressivamente uma preocupação com a segurança até chegar à situação observada em alguns países europeus, onde as irregularidades cometidas por um motorista são denunciadas por testemunhas à autoridade policial mais próxima, com o intuito de haver ação imediata contra o infrator, antes que ele venha a causar um acidente.

Essas regras, entretanto, não devem ficar apenas na preocupação dos condutores de veículos, mas especialmente devem sensibilizar os proprietários de frotas, que são responsáveis pelos seus próprios motoristas, pelos seus passageiros e pela coletividade. Temos visto, não raro, companhias de transporte de passageiros que impõe um regime de trabalho aos seus operadores absolutamente incompatível com a segurança exigida.

Este é também o caso de motociclistas entregadores de encomendas, que, além de arrojados e mesmo imprudentes, dispõem de reduzido tempo de deslocamento e baixa remuneração de seus serviços, dando como resultados os 50.000 acidentes anuais com motocicletas na cidade de São Paulo.

Existem empresas de transporte que chegam a ter motoristas trabalhando 12 ou 13 horas diárias, na direção de pesados veículos, num trânsito congestionado e irritante como o de São Paulo ou, pior ainda, nas rodovias de todo o País. Companhias particulares de ônibus, além de utilizar também excessivamente os seus profissionais, servem-se de motoristas de caminhão ou de táxis que, nas suas horas de folga, completam os horários da empresa de ônibus. Frotas de táxis, por igual, exigem de seus operadores um elevado número de horas de serviço e uma renda mínima que os obriga a dirigir em alta velocidade. Tudo isso sem falar nos contratos de motoristas já condenados pela justiça, marginais e foragidos da polícia, como tem ocorrido, sendo, desnecessário comentar o processo de seleção, habilitação e treinamento pelo qual eles passaram...

A direção de um ônibus, numa cidade congestionada e ruidosa como a maioria das capitais brasileiras, constitui uma das mais estafantes tarefas, que não deveria impor ao motorista mais de seis horas diárias de trabalho. Anos atrás, compulsamos registros de acidentes e de testes psicotécnicos a que se submeteram motoristas causadores desses acidentes, na Companhia Municipal de Transportes Coletivos, onde constatamos inequivocamente casos de insanidade momentânea, causada pela estafa. Motoristas que dirigiam 10 a 12 horas por dia, declararam a sua tentação, ao final de uma jornada cansativa de trabalho, de percorrer toda a Avenida Paulista sem respeitar os semáforos ou de descer a Avenida Pompéia acelerando o carro ao máximo!

Mesmo havendo uma "oferta" de segurança por parte das vias e uma informação adequada ao motorista e ao pedestre, a influência do policiamento será fundamental para a formação de uma mentalidade de segurança. O policiamento preventivo, o que orienta as crianças nas portas

das escolas, que orienta os motoristas e pedestres em circulação, resulta num agente educacional.

Além disso, muitas são as oportunidades de um policiamento corretivo, que se estabelece para orientar o tráfego, quer de maneira permanente, quer transitória, como nos casos de acidentes ou congestionamentos. É freqüente, hoje, o serviço de policiamento contar com helicópteros que sobrevoam estradas congestionadas para orientar, pelo rádio, os motoristas, quanto aos trajetos alternativos a seguir. Para isso, o serviço de policiamento conta com convênios estabelecidos com estações de rádio locais, que transmitem as indicações aos veículos.

É comum, por esse motivo, se verem placas indicativas do prefixo a ser sintonizado, em cada trecho da estrada, para acompanhar as instruções da polícia.

O instrumento primordial para o trabalho da polícia, nas estradas, é o de comunicações: telefones, instalados ao longo das estradas e rádio, nas viaturas, helicópteros, etc.

Mas, não só de conselhos vive a segurança. Principalmente na fase inicial de implantação de uma nova mentalidade, o policiamento repressivo é indispensável. Há um sem número de infrações, que se cometem nas estradas e nas ruas, que exigem atuação rigorosa.

Mesmo que essas infrações não resultem em dano imediato a terceiros, elas tendem, quando não se punem os autores, a desmoralizar todo o respeito à sinalização e a revoltar os motoristas obedientes às regras de tráfego que se sentem, via de regra, como verdadeiros prejudicados.

Isso é o que ocorre, por exemplo, com o motorista que respeita a fila no cruzamento ou num congestionamento e vê os outros passando á esquerda ou pelo acostamento para, afinal, ganhar a dianteira, nas barbas do agente policial. Por exemplos como esse é que a população termina por não respeitar os semáforos, as faixas de segurança, os sinais de estacionamento proibido, etc. E assim agem o motorista e o pedestre, no Brasil.

A questão dos atropelamentos merece um destaque especial, dada a freqüência e gravidade desse tipo de ocorrência, principalmente nas regiões urbanas. A conferência mundial realizada em 1970, em Kioto, focalizou com ênfase o problema e apresentou recomendações que, pelo seu interesse ainda atual, reproduzimos a seguir:

Alemanha: Recomendações

- Educar as crianças para o tráfego;
- Realizar exercícios de tráfego;
- Exigir habilitação dos ciclistas;
- Acompanhar as crianças às escolas ou fornecer mapas a elas com o traçado do caminho mais seguro;
- Habituar as crianças à sinalização, sinalizando parques e escolas;

Hong Kong: Dados:

- 42% da população eram menores de 16 anos;
- 44% dos acidentes vitimaram escolares, principalmente aqueles que transitam à pé pelo acostamento das estradas;
- Havia 82.000 carros para 4 milhões de habitantes;

Recomendação: Educação, criação de patrulhas escolares. Já havia 2.500 patrulheiros em 53 escolas. De 1963 para 1969, os acidentes com escolares caíram de 4.413 para 3.981, enquanto a população cresceu 2,05% ao ano e a frota de veículos 9,7% ao ano.

Polônia: Dados:

- a) 28% da população eram menores de 14 anos;
- b) De 1960 a 1969, 14% dos acidentes fatais se deram com crianças, sendo que 78% eram pedestres, 11% ciclistas e 11% passageiros de veículos;
- c) 90% desses acidentes se deram nos centros habitacionais;

Recomendações:

- a) Educação das crianças. As crianças educadas em escolas maternas são mais preparadas para o trânsito do que as educadas em casa;
- b) Criação de patrulhas juvenis, formadas por adolescentes que orientam os menores e os acompanham nas ruas de maior tráfego;
- c) Habilitação de ciclistas;

Reino Unido: Dados:

- a) 40% dos acidentes com pedestres, em 1969, em Londres, se deram com crianças;
- b) 40% desses casos, em 1968 aconteceram com crianças que saíram de trás de veículos estacionados;

Recomendações:

- a) Separar tanto quanto possível o pedestre dos veículos;
- b) Usar material antiderrapante nos cruzamentos (reduziu 50% dos acidentes);
- c) Proibir terminantemente o estacionamento de veículos próximos às esquinas;
- d) Obrigar o pedestre a obedecer os sinais de segurança (o cidadão britânico não era obrigado a isso)

Holanda: Dados:

- a) Possui 4 milhões de bicicletas contra 2 milhões de veículos a motor;
- b) Do total de pedestres de 1 a 24 anos, mortos em 1967, 80% eram menores de 11 anos;
- c) Do total de acidentados em tráfego, na faixa de 1 a 24 anos, 13%, ciclistas motorizados entre 16 e 18 anos, morreram em colisões;

Recomendações:

- a) Separar pedestres dos veículos;
- b) Sinalizar para pedestres;
- c) Proteger locais destinados a crianças;
- d) Manter guardas escolares;
- e) Fazer acompanhar as crianças por adultos;
- f) Criar jardins de tráfego para crianças – educação;

Áustria: Dados:

- a) 9% dos mortos em acidentes de tráfego em 1969 eram crianças;

Recomendações:

- a) Orientação dos pais;
- b) Os pais devem orientar as crianças sobre os caminhos mais seguros para a escola e não os mais curtos;
- c) Manutenção de inspetores alunos;
- d) Habilitação de ciclistas;
- e) Educação;

USA (São Francisco): Dados

- a) Os motoristas são responsáveis por 1/3 dos acidentes com crianças;

- b) As causas mais frequentes com acidentes de rua: travessia da rua entre dois carros estacionados e travessia correndo ou fora da faixa de segurança;

Recomendações:

- a) Patrulhas escolares;
b) Guarda de cruzamentos escolares;

Vê-se, por estes dados, que o problema de atropelamento, principalmente de escolares, é uma constante. Também se nota que as recomendações para evitar esses acidentes são uniformes e giram em torno de educação, proteção ao menor e habilitação dos ciclistas, para habituá-los também ao respeito à sinalização e às regras do trânsito.

Nas rodovias é preciso dar especial atenção àquelas que cortam as cidades ou atravessam regiões conturbadas, onde o conflito pedestres/veículos se acentua enormemente. Além da implantação de passarelas, algumas empresas concessionárias de rodovias estão oferecendo treinamento a transeuntes, nas escolas e fábricas próximas.

2.2. A ESTRADA SEGURA

2.2.1. Estatísticas de acidentes

O nível de segurança da estrada depende tanto de sua construção, manutenção e operação, quanto de uma consciência de segurança. Os índices de acidentes, que indicam o nível de segurança de uma estrada, são calculados a partir de dados estatísticos.

Nos EUA é feito o cálculo de feridos e mortos por 100 milhões de veículos – km de viagem. Esta estatística mostra o risco associado de uma viagem em determinada estrada, classificando-a em termos de periculosidade.

Devemos lembrar que um número estatístico (percentual) pequeno de acidentes em relação ao tráfego pode não significar um número pequeno de acidentes.

A segurança rodoviária é, pois, um conceito relativo. Pode-se, portanto, buscar sempre um aumento de segurança, o que importa em maiores investimentos e custos mais elevados.

2.2.2. Causas dos acidentes

A maioria dos acidentes é causada por falha humana. Nos Estados Unidos, atribuem-se a falhas humanas 85% dos acidentes rodoviários. No Brasil, os números são semelhantes. Mas uma estrada bem projetada, bem sinalizada e operada pode reduzir consideravelmente o índice de erros dos motoristas que, muitas vezes, é levado a cometê-lo por falta de orientação adequada.

Uma estrada segura pode reduzir ainda a gravidade dos acidentes. Ou seja, se aquela rodovia possuir ainda dispositivos adequados de proteção, não só o número de acidentes cai, como suas consequências serão certamente minimizadas.

São responsáveis por acidentes, além do fator humano, o veículo, a via, o meio ambiente e fatores institucionais e sociais.

- **Veículos:** Qualidade do veículo e conservação de seus componentes, como pneus, freios,

amortecedores, sistema de direção, etc.

- **Via/Meio-Ambiente:** pavimento, buracos, sinalização, dispositivos de proteção, inclinação de curva, iluminação em excesso ou insuficiente, vegetação e condições climáticas. Neste item, consideramos fatores de projeto da rodovia, como curvas fechadas, rampas excessivas, postes e árvores próximos da pista, etc.; fatores de manutenção e fatores de ordem natural (chuva).

- **Fatores Institucionais/Sociais:** São fatores institucionais aqueles que induzem o usuário a um comportamento adequado: informação correta e em tempo, sinalização adequada, atitudes coerentes por parte dos operadores da rodovia, o policiamento, etc. Vale lembrar que a eventual ausência de policiamento não pode ser responsabilizada pelo aumento de acidentes, pois não libera o condutor de cumprir a lei. Porém, o controle afetivo de velocidade, por exemplo, faz reduzir o número de acidentes.

São fatores sociais aqueles que decorrem do contexto cultural e que se manifestam desde o meio em que o cidadão vive e cresce até a educação formal que recebeu, inclusive para o trânsito.

Temos, então, que uma melhoria em qualquer destes fatores deverá se converter em aumento da segurança. No tocante à estrada, o administrador deve se preocupar com a sua construção, manutenção adequada, fiscalização em todos os aspectos (condições dos veículos, etc.) e informação ao motorista, procurando reduzir a possibilidade de falha humana.

- Humanos: o motorista:

Pela grande porcentagem de acidentes causados por falhas humanas, o assunto merece destaque.

As falhas humanas podem ser causadas por fatores muitas vezes mensuráveis (como por exemplo, bebida, “rebite”, drogas, imprudência, etc.); mas também por fatores não mensuráveis (distração, cansaço, preocupação).

Porém, muitas vezes, é atribuída culpa ao motorista por um erro que poderia ser evitado se a estrada fosse equipada com dispositivos de segurança. Se um veículo perde a direção porque o motorista teve sua visão ofuscada pelos faróis de outro veículo que vinha em sentido contrário, a causa do acidente será considerada como falha do motorista, mas o acidente poderia ser evitado se a estrada tivesse dispositivos anti-ofuscamento.

Os motoristas em geral, causam acidentes pelos seguintes motivos principais:

- Inabilidade e imprudência ao conduzir o veículo.
- Excesso de velocidade.
- Desrespeito à sinalização.
- Desconhecimento do tempo e do espaço necessário à frenagem em cada velocidade.
- Alcoolismo.
- Estafa ocasional ou patológica.

A inexperiência e imprudência de motoristas, entre 18 e 24 anos no Brasil, faz com que esse grupo tenha o maior nível de acidentes fatais.

Devido a condições exteriores, entretanto, podem ocorrer acidentes, muitas vezes atribuídos aos motoristas, mas ocasionados por:

- Defeitos de construção ou de manutenção das estradas tais como erros de sobrelevação, pista escorregadia, buracos, etc.

- b) Ofuscamento causado por faróis dos veículos em sentido contrário.
- c) Sinalização inadequada ou inexistente.
- d) Sinalização agressiva do tipo tartaruga e outros.
- e) Falta de iluminação na via.
- f) Estafa causada por ruído excessivo (esta pode ser causada pelo próprio veículo quando circula sem silenciador).
- g) Monotonia e falta de arejamento do veículo.
- h) Perda de visão por fumaça de outros veículos, ou queimadas em terras próximas.
- i) Defeitos ocorridos com o veículo.

Pela diversidade dos motivos apresentados como causas de acidentes, notamos que a solução deve se iniciar com educação e treinamento, procurando fazer com que o motorista conheça os riscos que corre ao se utilizar de seu veículo inadequadamente. O investimento nessa área, pelos responsáveis pelas rodovias, pode ter um excelente retorno econômico.

2.2.3. Custos

- Custo/Benefício dos acidentes e proteções

A análise do custo/benefício é o método pelo qual se estimam os benefícios obtidos por determinada ação, comparando-se com os custos de sua implantação.

Se os benefícios decorrentes da modificação de um projeto, um plano, uma estratégia ou da implantação de melhorias ultrapassarem os custos de construção e manutenção desta ação, por um período de tempo determinado, este plano é considerado viável e posto em prática.

O primeiro benefício avaliado para se optar por um plano de segurança é a expectativa de redução nos custos dos acidentes. Isto inclui danos à propriedade e danos a pessoas.

Para estimar estes custos, devemos avaliar o número total de acidentes causados antes e depois da adoção do plano (ou de todas as alternativas propostas). Em alguns casos, o número absoluto de acidentes pode cair com a adoção do plano; em outros, apesar de o número de acidentes permanecer o mesmo, a sua gravidade pode ser reduzida consideravelmente. A instalação de defensas ou barreiras tem este efeito.

O dado utilizado para análise do custo/benefício é geralmente o custo direto da construção e manutenção do dispositivo de segurança. Normalmente pode ser calculado com alto grau de exatidão.

A análise do custo benefício deve ser considerada em um espaço de tempo determinado, facilitando a escolha da alternativa mais adequada. Como cada projeto ou equipamento tem vida útil diferente, na análise do custo benefício os custos devem ser calculados por ano, para que possamos ter um parâmetro de comparação mais ajustado.

A análise da proporção do custo/benefício anual, levando em conta a expectativa de redução de gastos com acidentes comparada aos custos de manutenção do sistema de segurança (ou até melhoria da estrada), permite ao administrador da rodovia providenciar um tratamento específico para cada caso. Assim, locais igualmente perigosos do ponto de vista da engenharia podem ter tratamentos distintos sob o ângulo da relação custo/benefício.

Para uma análise precisa, devemos coletar o maior número de dados da estrada. Quanto maior o número e mais precisas forem as informações, mais fácil e correta será a tomada de

decisão. Entre as informações necessárias, destacamos:

- Perfeito conhecimento da geometria da estrada
- Custo médio dos acidentes
- Utilização da rodovia (% de veículos de passeio, carga, etc.)
- Ocupação da faixa de domínio e das margens da rodovia
- Número de transgressões às normas e leis de trânsito
- Custo por tipo de acidente
- Número de acidentes total, por tipo e sua localização exata
- Causas prováveis dos acidentes
- Custo exato de cada um dos projetos propostos para redução de acidentes
- Custo com policiamento e benefícios agregados com eventuais investimentos em equipamentos

De posse destes dados, o administrador terá condições de avaliar corretamente a melhor solução para cada caso, lembrando sempre que, quando se está lidando com vidas humanas, a simples análise de custo/benefício com certeza não é suficiente para determinar os investimentos que deverão ser feitos.

A tabela seguinte, conforme dados de Philip Gold em “Segurança de Trânsito”, mostra o custo dos acidentes ocorridos no Brasil, em 1995, provando que qualquer esforço em prol da segurança poderá ser enormemente recompensado até em termos financeiros para o País.

Tipo	Rural	Urbano	Total
Número de acidentes com vítimas	83.082	172.455	255.537
Número de acidentes sem vítimas	126.116	689.820	815.936
Custo dos acidentes com vítimas	4.279	2.342	6.621
Custo dos acidentes sem vítimas	1.967	973	2.940
Total	6.246	3.315	9.561

Custos em US\$ milhões de 1997

- Custo de acidentes:

O cálculo do custo de um acidente é algo complicado. Pode ir simplesmente de um acidente sem nenhum dano para o veículo e, neste caso, o custo é apenas o de socorro (por exemplo, um veículo desgovernado que apenas encalha no canteiro central, porém sem bater em nada), até um acidente com vítima, e, neste caso, o cálculo tem que contemplar o valor de uma vida humana, o que não é nada fácil, pois esta estimativa vai muito além do valor de uma eventual indenização.

Para o País, o custo de uma vida perdida é o valor do trabalho que deixou de ser executado pelo cidadão; ou seja, uma pessoa que morre aos 25 anos e que trabalharia até os 65, deixou de contribuir com seu trabalho por 40 anos. Nos Estados Unidos, estima-se o valor médio de uma morte em US\$ 1.000.000,00. Este cálculo é feito, a grosso modo, dividindo-se o PIB pelo número de habitantes, chegando-se ao valor médio que cada cidadão gera ao País durante sua vida ativa. Levando-se em conta a idade média das pessoas que morrem em acidentes com veículos e a expectativa de idade produtiva do cidadão, tem-se o tempo médio que se perde, de trabalho, por pessoa que morre em acidente. Uma razão entre os dois valores (tempo e valor

monetário) dá a perda média do País com a morte de um trabalhador. Entre este valor e aquele de um acidente sem danos, temos uma gama de possibilidades e valores a ser calculada com base nos dados estatísticos.

2.3. OS ACIDENTES NO MUNDO

Acidentes rodoviários são, desde longa data, uma grande preocupação mundial. Com efeito, as estatísticas dos países desenvolvidos dão conta de dezenas e de centenas de milhares de acidentes com vítimas todos os anos, estando os EUA na cabeceira desses dados, com mais de 2 milhões de acidentes com vítimas todos os anos.

Essas cifras, é claro, só tem um significado mais objetivo quando comparadas com os números de habitantes, de veículos, de percursos anuais de cada país, do que resultam os **índices**.

Os problemas dos acidentes tem repercussões sociais graves, como as tem de natureza econômica. Estima-se hoje, nos EUA, que o prejuízo anual causado pelos acidentes de tráfego chega à casa dos 150 bilhões de dólares. E, para o caso dos mortos, efetuando um cálculo simplificado, que se baseia na renda média daqueles que faleceram prematuramente, como já esclarecido, esse cálculo indica um custo de US\$ 1 milhão por pessoa morta, o que resulta em 42 bilhões de dólares anuais de prejuízo social.

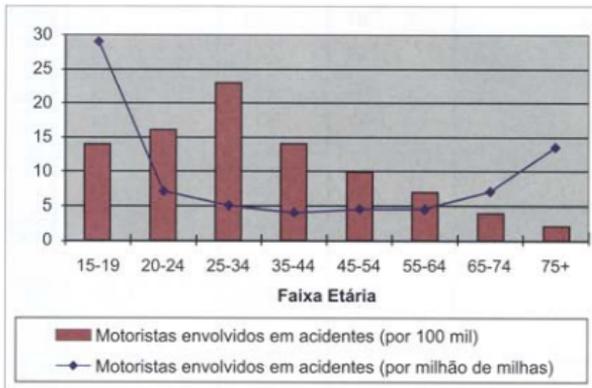
Para reduzir os acidentes e, particularmente, os índices, muitos esforços tem sido levados a efeito em todo o mundo, a partir do aperfeiçoamento do registro dos acidentes, para melhor estudá-los. Anos atrás, por exemplo, constatou-se na Alemanha que 20% dos acidentados graves vem a falecer nos primeiros 10 dias após a ocorrência.

Mas todo um elenco de medidas, que abrangem a conscientização e o treinamento dos motoristas, a melhoria dos traçados e das condições das estradas, o aperfeiçoamento da sinalização, os cuidados com a proteção dos veículos desgovernados, o rápido e eficaz atendimento aos feridos, vem conseguindo reduzir os índices de acidentes, de maneira significativa.

O quadro anexo, onde se comparam estatísticas e indicadores de 26 países não dão conta de grande disparidade de índices mesmo entre países do primeiro mundo. Nações como Inglaterra, Suíça, Noruega, Holanda, Japão, Islândia, conseguem manter os seus índices de mortos, por 100.000 habitantes, por exemplo, a cerca de metade do que ocorre nos EUA, na Espanha, na França, ou no Brasil.

Mas é importante notar que os índices de acidentes têm sido reduzidos ao logo do tempo, mercê da melhoria das condições dos veículos e das vias, conforme se depreende do quadro nº 2. E é relevante notar, nesse quadro, a significativa redução dos índices de mortos e de feridos no tráfego brasileiro. Nos últimos 30 anos, cresceu muito mais a frota em circulação do que o número de acidentados.

Para concluir esta breve análise, é interessante conhecer como se distribui o número de mortos, nos países citados, entre pedestres, ciclistas, motociclistas e ocupantes de automóveis, assim como observar o gráfico abaixo, correlacionando os acidentes com a faixa etária dos motoristas, segundo dados dos EUA.



NÚMERO DE MORTOS POR TIPO DE ACIDENTADO

Países	Pedestres	Ciclistas	Motociclistas	Ocupantes de Automóveis
Australia	329	52	-	1.098
Austria	156	66	168	667
Bélgica	142	122	193	852
Canadá	402	67	123	1.645
República Tcheca	424	172	94	859
Dinamarca	87	65	46	291
Finlândia	69	61	24	247
França	982	348	1.376	5.358
Alemanha	1147	679	1.143	5.249
Grécia	-	-	-	-
Hungria	448	184	121	559
Islândia	5	1	1	8
Irlanda	130	24	68	219
Itália	894	429	1.224	3.730
Japão	3.143	1.452	1.964	3.134
Luxemburgo	-	-	-	-
Holanda	119	240	176	547
Nova Zelândia	54	12	56	402
Noruega	36	11	38	208
Portugal	-	-	-	-
República Coreia	4.901	296	2.045	4.201
Espanha	967	116	900	2.994
Suécia	72	42	49	348
Suíça	116	53	110	275
Reino Unido	1.010	187	525	1.874
Estados Unidos	5.307	813	2.106	21.989

ACIDENTES EM DIFERENTES PAÍSES

Dados/Países	População	Extensão das Estradas	Área do País	Mortos	Mortos por 100.000 habitantes	Mortos por 1 bilhão veíc. km	Feridos	Feridos por 100.000 habitantes	Feridos por 1 milhão de veíc. km
Austrália	18.532	810000b	7.686.844	1.767	9,5	12,1b	-	-	-
Áustria	8.067	106.472	83.850	1.105	13,7	16,1	39.695	492	0,58
Bélgica	10.170	144100*	30.153	1.364	13,4	16,7*	50.078	492	0,60*
Canadá	30.286	895562b	9.360.527	3.064	10,1	-	152.765	504	-
República Tcheca	10.309	113198b	78.866	1.589	15,5	49,0b	28.376	275	0,89b
Dinamarca	5.275	71336*	43.069	487	9,3	12,0*	8.004	151	0,19*
Finlândia	5.147	-	338.145	438	8,5	10,1	6.980	135	0,16
França	58.493	964.600	551.208	8.444	14,4	16,4	125.202	214	0,24
Alemanha	82.011	-	357.039	8.549	10,4	13,8	380.835	464	0,62
Grécia	10.499	40164c	131.944	2.199	20,9	28,5	24.319	231	0,32
Hungria	10.174	135.284	93.033	1.391	13,7	-	19.097	187	-
Islândia	272	8190d	102.829	15	5,5	7,8	1.027	377	0,53
Irlanda	3.694	92.351	70.823	472	12,8	13,1*	8.496	229	0,25*
Itália	57.461	-	301.260	6.724	11,7	-	190.031	330	-
Japão	126.166	1.152.207	377.837	11.254	8,9	15,3	780.399	618	1,06
Luxemburgo	413*	5100c	2.586	-	16,7b	-	-	239b	-
Holanda	15.567	113419*	41.526	1.163	7,5	10,7*	41.036	263	0,37*
Nova Zelândia	3.743	91.864	269.122	540	14,4	-	9.482	253	-
Noruega	4.393	91.034	323.873	303	6,9	9,8	8.765	199	0,28
Portugal	9433*	81739d	92.631	-	28,9*	-	-	-	-
República Coreá	45.545	82.342	99.268	13.343	29,3	-	-	-	-
Espanha	39.298	-	504.750	5.604	14,3	-	-	-	-
Suécia	8.844	210.000	449.760	541	6,1	-	246.452	541	-
Suíça	7.081	71027c	41.293	587	8,3	11,3	15.752	178	-
Reino Unido	59.009	394.183	244.046	3.743	6,3	8,1	247.238	418	0,53
Estados Unidos	267.636	6.346.857	9.363.353	41.967	15,7	10,2	2.455.118	917	0,6
Brasil	158.000	1.658.000	8.500.000	24.107	15,3	53,2	327.000	207	0,7

Base: IRTAD - International Road Traffic and Accident Database (OECD)

ACIDENTES RODOVIÁRIOS Destaque para EUA

	EUA			BRASIL	
	1972	1995	1997	1969	1997
População	209.896	262.761	267.636	91.755	158.000
Veículos Registrados (x.1000)	119.384	204.146	207.394	2.770	28.268
Veículos.km (milhões)	2.040.000	3.867.000	4.180.000	22.800	452.800
km percorridos por veículo anualmente (x1.000)	17.090	18.960	20.150	14.980	16.000
Mortos	56.600	43.900	41.967	7.567	24.107
Mortos por bilhão veíc.km	27.7	11.4	10.0	331,8	53.2
Mortos por 1.000 veículos	0.47	0.22	0.20	2.73	0.85
Mortos por milhão de habitantes	270	215	157	82	153

2.4. OS ACIDENTES NO BRASIL

O Brasil é um dos campeões mundiais de acidentes viários, a julgar pelos **índices** comparados, expostos no título seguinte.

Em 1997, ano base de todas as estatísticas que se seguem, apoiadas em dados do SINET/DENATRAN/DETRANS, com o apoio de ABDETRAN/REDETRAN foram registrados 327.600 acidentes rodoviários em todo o País, envolvendo 532.600 veículos quando a frota era de 28,3 milhões de veículos, o que revela um índice por mil veículos igual a 11,6 (calculado sobre o número de veículos acidentados esse número é 18,8). Se olharmos os mesmos números, por exemplo, em relação ao Estado de São Paulo, que tem 38% da frota nacional, chegamos a um índice de acidentes de 7,4, 36% menor que a média brasileira. Por isso, é importante analisar estado por estado, o que é possível através dos quadros anexos, onde também se oferecem os dados relativos aos acidentes e aos veículos acidentados nas capitais, já que a soma destes representa 38% do total nacional.

É importante ter em conta, porém, que muitos acidentes deixam de ser registrados, seja por



negligência, seja devido ao próprio interesse do(s) causador(es), seja porque, por hipótese, não houve vítimas. Casualmente o próprio autor registrou fotograficamente “as sobras” de um acidente em que os interessados declararam não ter havido vítima (o que constou do boletim oficial). Mas é fácil depreender, pelo estrago feito na colisão de um Gol com um poste de concreto – que se desfez em vários pedaços, tal como o próprio carro – ocorrida às 4 horas da madru-

gada, em uma rodovia, que o acidente não terá sido assim tão corriqueiro, mormente sabendo-se que havia um rapaz e duas moças no veículo.

Também é importante registrar que 64% dos acidentes brasileiros se dão na área urbana. 61% ocorrem de dia e 5% dos 530.000 condutores envolvidos não possuem habilitação.

Por outro lado, revela notar que 16% dos acidentes brasileiros são choques com objetos fixos e 18% são atropelamentos, conforme se deduz da tabela abaixo:

NÚMERO E NATUREZA DOS ACIDENTES

Nº Total	Colisão/ Abalroamento	Tombamento/ Capotamento	Atropelamento	Choque c/ Objeto Fixo	Outra
327.640	147.593	34.044	58.168	52.401	35.434

Nos 327.600 acidentes ocorridos em 1997, 24.100 pessoas morreram, sendo 9.100 pedestres, 5.400 passageiros e 8.100 condutores dos veículos. Não se conhece essa distribuição em Santa Catarina, onde 1.500 pessoas morreram, assim como não se dispõe da estatística de mortos em Rondônia.

As vítimas fatais em acidentes estão distribuídas significativamente (73%) entre as pessoas de 15 a 59 anos. Mas na faixa dos 15 aos 24 anos estão 21% desse total, enquanto que na faixa dos 35 a 59 estão 27%.

As vítimas **não fatais** somam 327.000 pessoas, sendo 142.400 condutores, 110.600 passageiros e 56.700 pedestres. Nessa estatística também faltam os dados de Rondônia, bem como a distribuição de Santa Catarina, onde houve, em 1997, 14.800 vítimas não fatais.

Novamente é importante reconhecer que esses números são conservadores, na medida em que muitos registros de acidentes não são feitos e, mais ainda, se desconhece o número de feridos que vem a falecer posteriormente. Estudos alemães deram conta, tempos atrás, de que 20% dos acidentados graves acabaram falecendo nos primeiros 10 dias após o socorro, em virtude das lesões sofridas no acidente rodoviário. Por isso, as estatísticas de outros países normalmente registram o número de óbitos no local do acidente, acrescidos daqueles que ocorreram nos 30 dias subseqüentes. Também se constatou, no passado, que 30% destes acidentados graves, que faleceram, poderiam ter sobrevivido se atendidos nos primeiros 10 minutos após o acidente.

Dada a relevância dos números apresentados, convém conhecê-los por estado brasileiro, comparando inclusive os índices relativos, como se apresentam nos quadros anexos.

Mais uma vez se observa, nessas estatísticas, o comportamento diverso entre os estados, que sugere prioridades e soluções diferentes para cada um deles. Mas é de se observar, também, que alguns estados, como São Paulo, apresentam índices menores, não obstante estejam mais aparelhados para o controle, o que poderia redundar em índices maiores, ao mesmo tempo em que outros, menos aparelhados, registram índices elevados de acidentes.

O importante, porém, é que se substituam as conjecturas por análises aprofundadas dos fatos, como meio de atuar no mercado da segurança.

ÍNDICES BRASILEIROS DE ACIDENTES - I

ESTADO	ESTATÍSTICAS		
	FROTA	ACIDENTES POR ESTADO	VEÍCULOS ENVOLVIDOS P/ ESTADO
ACRE	35.116	157	245
ALAGOAS	192.639	1.424	2.488
AMAPÁ	25.896	636	1.072
AMAZONAS	207.130	1.536	2.342
BAHIA	761.524	10.552	12.769
CEARÁ	539.983	4521	7.455
DISTRITO FEDERAL	707.183	43601	70.346
ESPÍRITO SANTO	513.257	6.246	9.469
GOIÁS	834.666	6.831	14.116
MARANHÃO	195.760	2.127	2.790
MATO GROSSO	320.517	2.676	4.136
MATO GROSSO DO SUL	304.457	3.620	6.169
MINAS GERAIS	3.137.180	50.826	83.738
PARÁ	248.936	2.492	3.084
PARAÍBA	232.431	3.512	6.623
PARANÁ	2.058.263	25.324	41.693
PERNAMBUCO	766.753	6.939	10.059
PIAUI	93.667	1.116	1.838
RIO DE JANEIRO	1.824.000	20.149	33.657
RIO GRANDE DO NORTE	231.169	3.360	4.560
RIO GRANDE DO SUL	2.631.036	22.068	33.793
RONDÔNIA (**)	159.000		
RORAIMA	32.204	606	1.132
SANTA CATARINA	1.234.768	25.805	41.350
SÃO PAULO	10.769.788	79.914	135.148
SERGIPE	154.993	835	1.298
TOCANTINS	55.857	767	1.231
BRASIL	28.268.173	327.640	532.601

(**) Informação não disponível

ACIDENTES NAS CAPITAIS	VEÍCULOS ENVOLVIDOS NAS CAPITAIS	ACIDENTE P/ 1000 VEÍC. NOS ESTADOS	ÍNDICES	
			VEÍCULOS ENVOLVIDOS NO EST. P/ 1000 VEÍC.	ACIDENTES NA CAPITAL S/ACIDENTES NO ESTADO (%)
149	233	4,47	6,98	94,9
608	1.001	7,39	12,92	42,7
475	810	24,56	41,40	74,7
1.352	2.206	7,42	11,31	88,0
4.567	5.527	13,86	16,77	43,3
2.638	4.509	8,37	13,81	58,3
43.601	70.346	61,65	99,47	100,0
849	1.289	12,17	18,45	13,6
2.902	5.155	8,18	16,91	42,5
642	981	10,87	14,25	30,2
1.311	2.055	8,35	12,90	49,0
1.620	2.932	11,89	20,26	44,8
11.152	15.915	16,20	26,69	21,9
1.211	1.589	10,01	12,39	48,6
2.625	5.436	15,11	28,49	74,7
5.942	9.567	12,30	20,26	23,5
3.453	4.678	9,05	13,12	49,8
603	1.066	11,91	19,62	54,0
8.073	13.024	11,05	18,45	40,1
1.787	2.331	14,53	19,73	53,2
6.247	7.779	8,39	12,84	28,3
567	1.074	18,82	93,6	
3.174	4.258	20,90	33,49	12,3
33.778	36.214	7,42	12,55	42,3
182	228	5,39	8,37	21,8
230	383	13,73	22,04	30,0
139.738	200.586	11,59	18,84	42,6

ÍNDICES BRASILEIROS DE ACIDENTES - II

ESTADO	FROTA	ACIDENTES	VÍTIMAS	
			FATAIS	NÃO FATAIS
ACRE	35.116	157	70	177
ALAGOAS	192.639	1.424	251	2.206
AMAPÁ	25.896	636	90	953
AMAZONAS	207.130	1.536	325	4.341
BAHIA	761.524	10.552	1.792	13.729
CEARÁ	539.983	4521	824	5.043
DISTRITO FEDERAL	707.183	43601	465	7.093
ESPÍRITO SANTO	513.257	6.246	509	9.280
GOIÁS	834.666	6.831	762	6.777
MARANHÃO	195.760	2.127	607	2.145
MATO GROSSO	320.517	2.676	262	3.390
MATO GROSSO DO SUL	304.457	3.620	359	5.081
MINAS GERAIS	3.137.180	50.826	1.400	60.420
PARÁ	248.936	2.492	590	2.321
PARAÍBA	232.431	3.512	342	6.350
PARANÁ	2.058.263	25.324	2.033	35.766
PERNAMBUCO	766.753	6.939	606	6.964
PIAUÍ	93.667	1.116	211	1.676
RIO DE JANEIRO	1.824.000	20.149	1.794	29.051
RIO GRANDE DO NORTE	231.169	3.360	415	4.250
RIO GRANDE DO SUL	2.631.036	22.068	1.153	13.591
RONDÔNIA (**)	159.000	-	-	-
RORAIMA	32.204	606	93	755
SANTA CATARINA	1.234.768	25.805	1.439	14.796
SÃO PAULO	10.769.788	79.914	7.316	88.685
SERGIPE	154.993	835	316	1.249
TOCANTINS	55.857	767	83	955
BRASIL	28.268.173	327.640	24.107	327.044

(**) Informação não disponível

VÍTIMAS P/ACIDENTE			ÍNDICE P/1.000 VEÍCULOS		
VÍTIMAS	FATAIS	NÃO FATAIS	ACIDENTES	VÍTIMAS FATAIS	VÍTIMAS NÃO FATAIS
1,57	0,45	1,13	4,47	1,99	5,04
1,73	0,18	1,55	7,39	1,30	11,45
1,64	0,14	1,50	24,56	3,48	36,80
3,04	0,21	2,83	7,42	1,57	20,96
1,47	0,17	1,30	13,86	2,35	18,03
1,30	0,18	1,12	8,37	1,53	9,34
0,17	0,01	0,16	61,65	0,66	10,03
1,57	0,08	1,49	12,17	0,99	18,08
1,10	0,11	0,99	8,18	0,91	8,12
1,29	0,29	1,01	10,87	3,10	10,96
1,36	0,10	1,27	8,35	0,82	10,58
1,50	0,10	1,40	11,89	1,18	16,69
1,22	0,03	1,19	16,20	0,45	19,26
1,17	0,24	0,93	10,01	2,37	9,32
1,91	0,10	1,81	15,11	1,47	27,32
1,49	0,08	1,41	12,30	0,99	17,38
1,09	0,09	1,00	9,05	0,79	9,08
1,69	0,19	1,50	11,91	2,25	17,89
1,53	0,09	1,44	11,05	0,98	15,93
1,39	0,12	1,26	14,53	1,80	18,38
0,67	0,05	0,62	8,39	0,44	5,17
-	-	-	-	-	-
1,40	0,15	1,25	18,82	2,89	23,44
0,63	0,06	0,57	20,90	1,17	11,98
1,20	0,09	1,11	7,42	0,68	8,23
1,87	0,38	1,50	5,39	2,04	8,06
1,35	0,11	1,25	13,73	1,49	17,10
1,07	0,07	1,00	11,59	0,85	11,57

3. NORMAS BRASILEIRAS DE TRÂNSITO E DE SEGURANÇA

O Brasil de hoje é muito melhor dotado de normas de segurança no tráfego do que 30 anos atrás. Com efeito, não só se vive neste momento a implantação de novo Código de Trânsito Brasileiro, instituído pela lei nº 9.503, de 23/09/97, como se desenvolveram muitas normas técnicas de segurança nas rodovias, pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, a partir dos anos 70.

Uma análise cuidadosa do Código de Trânsito pode trazer contribuições importantes para o entendimento e para as diretrizes da segurança no trânsito rodoviário. Em primeiro lugar, vale atentar para o §3º do Art. 1º, que diz:

“Os órgãos e entidades competentes do Sistema Nacional de Trânsito respondem, no âmbito das respectivas competências, objetivamente por danos causados aos cidadãos em virtude de ação omissão ou erro na execução e manutenção de programas, projetos e serviços que garantam o exercício do direito do trânsito seguro”.

No que respeita especificamente à sinalização, o parágrafo 1º do Art. 90 esclarece:

“Órgão ou entidade de trânsito com circunscrição sobre a via é responsável pela implantação da sinalização, respondendo pela sua falta, insuficiência ou incorreta colocação”.

Essas responsabilidades se estendem, como é natural, às concessionárias de serviços rodoviários, encarregadas que são, minimamente da conservação e da operação do sistema viário.

Por outro lado, é ainda o mesmo artigo 1º que, em seu parágrafo 5º, estabelece:

“Os órgãos e entidades de trânsito pertencentes ao Sistema Nacional de Trânsito darão prioridade em suas ações à defesa da vida, nela incluída a preservação da saúde e do meio ambiente”.

Tal dispositivo gera implicações desde a implantação da rodovia até a sua operação. Algumas estradas brasileiras, como muitas outras na Europa, dispõe hoje de passagens inferiores para animais silvestres, evitando a sua travessia pela pista ou a sua fuga do seu ambiente natural. Mas também muitas delas deverão ser dotadas de barreiras acústicas de forma a evitar o ruído excessivo nas moradias lindeiras.



O código, no seu todo, tem 341 artigos, que devem ser conhecidos e analisados por aqueles que se dedicam ao projeto e à operação de rodovias. Mas há alguns que merecem destaque especial. Por exemplo, no Art. 52 estabelece que “veículos de tração animal serão conduzidos pela direita da pista, junto à guia da calçada ou acostamento”. Prescreve ainda, no Art. 53 a forma de circulação de animais, isolados ou em rebanhos, pelas vias. E assegura, no Art. 68 a utilização dos acostamentos pelos pedestres. Finalmente, estabelece, no Art. 70, prioridade de passagem de pedestres sobre as faixas delimitadas para esse fim.

Tais dispositivos, que refletem realisticamente a situação de muitas rodovias brasileiras, demonstram a impossibilidade de se contar, nesses casos, com rodovias seguras. As pessoas que citam, admiradas, a elevada velocidade com que se circula nas “auto-bahns” alemãs, esquecem-se de que aquelas são estradas cercadas, impedindo a entrada de animais, isentas de qualquer circulação de pedestres e onde não se pode parar sequer nos acostamentos, salvo por motivo de força maior. (Exigência, aliás, que também consta do Código brasileiro, alínea VII Art. 181, mas que contrasta com a permissão de uso dos acostamentos por pedestres, ciclistas e veículos de tração animal).

Por muito que nos orgulhe dizer que temos rodovias de primeiro mundo, na verdade não as temos. Nas principais rodovias do país circulam pedestres e ciclistas pelos acostamentos e animais pelas pistas, tal como admitiu o Código de Trânsito. Para elevar a segurança de nossas rodovias, impõe-se dar tratamento especial à circulação de pedestres, ciclistas e veículos de tração animal. Se isso não for possível, só resta reduzir a velocidade do tráfego.

Esse é bem o caso, por exemplo, da Rodovia Padre Manoel da Nóbrega, também conhecida como Pedro Taques, no litoral sul de São Paulo. Devido à sua função integradora dos diferentes municípios e ao impulso que a sua construção deu a eles, a estrada é tipicamente uma avenida, mas operada como rodovia, com trechos em que se admite a velocidade de até 110 km/h, como previsto no Código para as rodovias. Entretanto, pelos seus acostamentos circula de tudo: pedestres (muitas vezes embriagado), bicicletas, carroças, carrinhos de mão.

Por outro lado, atravessa-se a estrada em toda a sua extensão, em qualquer ponto. Em alguns deles existem faixas para pedestres (onde eles deveriam ter preferências) e, em outros, passarelas. A faixa de pedestre aumenta o risco de atropelamento, pois não é indicação suficiente para a redução da velocidade dos veículos, ao mesmo tempo em que induz noção de segurança ao transeunte. E, para completar o quadro de insegurança, a barreira de concreto construída entre as duas pistas é de baixa altura, para permitir a sua transposição por pedestres, não oferecendo a segurança adequada a veículos desgovernados, pois não obedece à norma brasileira de barreiras.

Agrava toda essa situação o fato de haver, naquela rodovia, linhas de ônibus intermunicipais e até municipais, cujos pontos de embarque e desembarque se disseminam ao longo de toda a estrada.

Como esta, são muitas as rodovias com os mesmos tipos de problemas que estão exigindo um tratamento diferente, para que possam oferecer segurança efetiva. Em muitas delas se instalaram obstáculos redutores de velocidade, que tiveram agora o seu uso proibido pelo Código, salvo em casos especiais. (Art. 94, parágrafo único).

Outro aspecto importante do Código é a proibição taxativa das modificações das características de fábrica dos veículos (Art. 98), tal como se faz em países mais avançados. Com efeito,



a engenharia dos veículos é algo complexo que não pode estar sendo alterada por curiosos. Mas são alguns fabricantes de carros mais possantes que induzem, através da propaganda, ao uso abusivo dos veículos, do que decorrem “reforços”, como o da foto ao lado, que expõe as pessoas ao agravamento de qualquer acidente.

Prevenindo situações de risco e de dano às estradas, o Código estabeleceu que os veículos não poderão circular com excesso de peso (Art. 99), com excesso de passageiros (Art. 100), sem obediência aos requisitos de segurança (Art. 103) ou com acessórios proibidos (Art. 105). Mas quem fiscaliza isso? O máximo que se vê, hoje, é a fiscalização do peso e eventualmente da ingestão de álcool; mas seria necessário fiscalizar, com rigor, os demais requisitos de segurança antes mencionados.

Para se ter idéia da dimensão do desrespeito à proibição taxativa das modificações das características de fábrica dos veículos, vale observar a prática corrente dos fabricantes de carrocerias de ônibus que alongam os chassis que recebem da indústria automobilística, perdendo, inclusive, as garantias de fábrica. Em pesquisa realizada pelo autor em uma das fábricas brasileiras, foi verificado que cerca de 70% dos ônibus por ela montados estavam fora das normas técnicas dos fabricantes dos chassis e/ou da lei da balança. E isso ocorre com veículos de transporte coletivo, onde a insegurança se agrava com o excesso de lotação e, muitas vezes, com o mau estado das vias.

No que concerne às normas técnicas de segurança, finalmente, elas hoje são bastante amplas, graças ao esforço continuado da ABNT, com o apoio de organismos rodoviários e de trânsito do Brasil. Alguns comentários específicos sobre elas serão feitos nos capítulos referentes à sinalização e proteção das rodovias.

Para avaliar o trabalho da ABNT basta saber que o CB.16, Comitê Brasileiro de Transporte e Tráfego, já emitiu 134 normas relativas a sinalização a proteção de sistema viário, bem como de segurança veicular e de trânsito.

Por último, é importante recordar o disposto no Artigo 320 do Código de Trânsito Brasileiro: “Art. 320. A receita arrecadada com a cobrança das multas de trânsito será aplicada, exclusivamente, em sinalização, engenharia de tráfego, de campo, policiamento, fiscalização e educação de trânsito”.

No Estado de São Paulo a arrecadação de multas rodoviárias ultrapassou a casa dos 100 milhões de reais em 1998, apesar de ser o primeiro ano de ampliação do Código e de a Polícia Rodoviária estar precariamente equipada para uma ampla cobertura de toda a rede de rodovias. Estima-se que uma equipe, dotada de radar fotográfico, efetue em média 50 multas diárias, das quais 80% tem valor próximo a R\$ 500,00. Ou seja, cada equipe – se bem equipada – propicia uma arrecadação da ordem de 7 milhões de reais por ano e se prevê serem necessárias 100

dessas equipes para o Estado todo.

Isto mostra, em primeiro lugar, a necessidade de destinar esses recursos para o policiamento. Em segundo lugar, a disponibilidade provável de recursos de monta para a melhoria da segurança de toda a malha, a começar pela sinalização, que tem elevado retorno e até supre deficiências técnicas ou de manutenção das estradas.

Por outro lado, importa reconhecer que não se preconiza uma “indústria de multas”, mas sim uma ação enérgica que force a redução do enorme número de infrações e de acidentes que ocorrem em todo o Brasil.

4. SINALIZAÇÃO RODOVIÁRIA

4.1. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

Estudos internacionais, como o do FHWA, Highway Evolution System, citado por H.A. Moreira em seus trabalhos sobre segurança, dão conta da elevada eficiência da sinalização como fator de redução de riscos de acidentes. Medida em termos de Benefícios/Custo, pode-se ter a comparação que se segue:

Tipo de Melhoria	Benefício/Custo
Sinalização	20,9
Melhorias de Acostamento	1,8
Estruturas, pontes	1,7
Barreiras e defensas	6,3
Semáforos	5,1
Atenuador de impacto	4,0

Durante o percurso por uma rodovia, quase todas as informações recebidas pelo motorista são de natureza visual. E as que mais rapidamente ele percebe são aquelas localizadas no pavimento, para onde dirige continuamente a sua atenção. Em razão disso têm sido inúmeras as pesquisas feitas sobre a sinalização horizontal e os materiais de que ela é feita.

Estudos norte-americanos atribuem o tempo de 11 a 15 segundos como sendo o intervalo médio entre a visualização do sinal e a manobra por ele indicada, em condições de segurança. Isso significa que, com velocidade de 50 km/h, o motorista percorre de 150 a 200 metros até completar a manobra sugerida pela sinalização: e percorre 300 a 400 metros se vier a 100 km/h.

Tais dados indicam a necessidade de que os sinais sejam vistos de longa distância e que as informações sejam simples e precisas. Por outro lado devem ser vistos de dia e à noite; com ou sem chuva.

Aumento ainda a complexidade do problema o fato de que, com a idade, os motoristas perdem a acuidade visual, necessitando de mais luz para enxergar os mesmos sinais; problema que cresce com o aumento da presença de idosos no tráfego. Especialistas afirmam que, depois dos 20 anos de idade, a cada 13 anos duplica a quantidade de luz necessária para ver o mesmo objeto. E, além disso, os mais idosos têm menor capacidade de reação, ou reagem mais lentamente, aos estímulos visuais.

É todo esse conjunto de situações que a tecnologia vem enfrentando há várias décadas. Para que as exigências de visibilidade sejam cumpridas, durante o dia, é fundamental haver um bom **contraste**, entre a sinalização e o pavimento; para a boa visibilidade noturna, é necessária a **retro-refletividade**.

Cores diferentes têm sido utilizadas para contrastar com o pavimento asfáltico, indicando situações diferentes, mas as mais utilizadas são a branca e a amarela. Todavia, usa-se a pintura

preta sob a branca ou a amarela, quando se sinalizam pistas de concreto, exatamente para aumentar o contraste.

A retro-refletividade é obtida através da adição de micro-esferas de vidro à tinta de demarcação, adição essa que pode ser feita por mistura ou por aspersão imediatamente após a aplicação da tinta ou da massa plástica. São vários, entretanto, os cuidados a observar, para que as esferas não fiquem excessivamente imersas ou superficialmente aderentes, sob pena de não se dar a retro-reflexão, mas simples reflexão da luz no sentido oposto ao do veículo.



Os especialistas consideram que o melhor resultado se obtém quando as esferas têm 60% de sua altura imersa na película de tinta ou de termoplástico.

Estas condições visam a chamar a atenção daqueles que aplicam a sinalização horizontal ou fiscalizam a sua aplicação para a necessidade de rigoroso controle do resultado, o que se faz através de retro-refletômetros de medição estática ou dinâmica. O Instituto Mauá de Tecnologia, um dos pioneiros nesse tipo de controle, há mais de 20 anos se dedica à medida da retro-refletância para os fabricantes de tinta e para os órgãos rodoviários, de trânsito, aeródromos etc.

Mas a retro-refletividade se altera com as condições climáticas (chuvas) e com o uso (abrasão). A água das chuvas recobre a esfera, formando uma película que diminui o efeito **retro**, da refletividade. Por isso, a velocidade do tráfego deve ser reduzida nesse momento. Mas o uso de esferas de maior diâmetro pode compensar um pouco o efeito da água. As normas brasileiras tratam com minúcia o dimensionamento das esferas.

Quanto à abrasão, é um fenômeno natural do uso das estradas, causando uma progressiva opacidade das micro-esferas de vidro e da própria tinta que as retém. Assim, quando constatado que a retro-refletividade reduziu-se a cerca de 30% do mínimo inicial exigido, é necessário refazer a pintura. Uma aplicação de camada fina de pintura sobre a faixa desgastada pode também recompor a retro-refletividade.

Quando se utilizam tachas delineadoras das pistas das rodovias, juntamente com a pintura horizontal, recomendam alguns técnicos que essas tachas fiquem pelo lado interno da faixa pintada, de forma a forçar o motorista a passar o menos possível sobre a pintura, conservando-a por mais tempo.

Mas a resistência à abrasão é também função da qualidade da resina. No Brasil prevalece hoje o uso de resinas acrílicas, cuja tecnologia inicial foi transferida ao Brasil pela empresa alemã Gubela A.G., que também transferiu a tecnologia das defensas metálicas e das lamelas anti-ofuscamento. Na década de 70, o Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo desenvolveu ampla pesquisa, juntamente com o Instituto Mauá, do que resultou um manual de normas técnicas para os vários elementos de sinalização, consagrando-se a tinta acrílica como a de melhor qualidade e custo acessível.

Quando o teor de resina é reduzido na tinta, ela terá durabilidade menor, mas o seu tempo de

secagem, durante a aplicação fica mais reduzido. Também a redução da espessura da película aplicada leva aos mesmos resultados.

A espessura da tinta aplicada com menor conteúdo de resina, reduz-se a cerca da metade, quando seca; nas tintas com maior percentagem de resina, essa redução é da ordem de 60%.

Também se reduz a retro-refletividade da pintura devido ao acúmulo de sujeira, o que pode ser resolvido com processos de limpeza.

Modernamente estão se usando, especialmente nos EUA, tintas a base de resina epóxi, polimerizada a partir de misturas de 2 componentes. Se os componentes forem pré-misturados, a aplicação deve ser rápida, para evitar o endurecimento na máquina; alternativamente, a máquina aplica através de 2 pistolas separadas cada um dos componentes, o que implica em um tempo maior de endurecimento na pista. Uma vantagem dessa aplicação é a elevada resistência à abrasão.

A escolha de material de sinalização obedece a vários critérios, como o volume de tráfego da estrada, o tipo de pavimento, a vida útil pretendida. Por exemplo, recuperações ligeiras de pavimentos, através de lama asfáltica, que confere uns poucos anos a mais de vida ao pavimento, não requerem pintura de levada durabilidade. Por outro lado, os chamados pavimentos drenantes, cada vez mais empregados para evitar “aquaplanagem”, exigem duas aplicações sucessivas de pintura, devido às suas micro-ondulações.

Disputam o mercado das chamadas tintas de demarcação os compostos termoplásticos, que aderem ao pavimento por fusão superficial do asfalto. Quando o pavimento é de concreto, há a necessidade de aplicação prévia de um “primer” de aderência.

O termoplástico pode ser aplicado por aspersão, em camada de 1,5 mm, ou por extrusão, com 3,0 mm de espessura. O material chega ao pavimento em temperatura da ordem de 150°C.

As resinas aplicadas nestes compostos são menos nobres, mas a durabilidade é elevada, em função das espessuras muito maiores do que aquela das pinturas, que, na aplicação, variam de 0,4 a 0,6 mm. Mas, para que o termoplástico não se derreta com a elevada temperatura, por vezes observada nos pavimentos brasileiros, é necessário que o seu “ponto de amolecimento” seja superior a 90°C.

Como o termoplástico tem durabilidade alta e permite liberar o tráfego com rapidez, é o material preferido nas estradas de elevado volume de tráfego e nas vias urbanas, onde se dá preferência ao processo de extrusão, embora, neste caso, se torne difícil a aplicação de novas camadas sobre as antigas. Por outro lado, o preço médio para materiais de boa qualidade é, no caso de termoplástico por aspersão, o dobro do preço da tinta acrílica; a aplicação do material extrudado custa 2,5 vezes mais do que a da tinta.

No Brasil 70% da sinalização horizontal são feitas com pintura, 30% com termoplástico. Essa proporção é semelhante no Uruguai (75/25), no Japão e na França (80/20), cresce no Canadá, México e Austrália (95/5), se equilibra na Alemanha (50/50), inverte-se na Argentina (25/75) e assume posição ímpar na Inglaterra (100% termoplástico).

Nos EUA, 85% da sinalização horizontal são feitas por aplicação de tintas, 10% de termoplástico e 5% de epóxi.

Finalmente, vale referir uma aplicação importante do material termoplástico, que é a chamada **vibralline**, destinada a provocar vibrações no veículo que se aproxime demasiadamente das bordas das pistas. Neste caso, o termoplástico é aplicado em espessuras superior a 3,0 mm, de

forma intermitente, mas mantendo o desenho de uma faixa contínua de sinalização.

Estas noções ligeiras de sinalização horizontal evidentemente não se destinam aos especialistas, mas sim aos usuários e órgãos governamentais controladores. O objetivo delas é despertar o interesse pelo seu estudo, dadas as implicações nas questões de segurança, de operacionalidade das vias, de custos de implantação, etc. Para um aprofundamento da matéria, o Brasil dispõe hoje de boa e minuciosa normatização ABNT, de técnicos competentes e de bons fabricantes e aplicadores da sinalização. Mas, mesmo assim, se tem visto aplicações de muito baixa qualidade, devido à guerra de preços, à má especificação dos pedidos e até à má qualidade dos pavimentos que se quer apressadamente sinalizar.



4.2. SINALIZAÇÃO VERTICAL – PÓRTICOS

4.2.1. Sinalização Vertical

O painel de sinalização nas estradas é o mais antigo dos métodos de sinalização e cujo valor se renova a cada instante, com as novas técnicas de comunicação. Através dele se provoca um aprendizado inconsciente, se transmite uma mensagem de uso imediato, se adverte o motorista de situações que vão se apresentar adiante. Bem planejado, o painel acaba por se integrar à paisagem.

Bem concebida, a sinalização evita acidentes, orienta os usuários da estrada; mal concebida, ela desorienta e provoca acidentes.

Por esse motivo, a sinalização deve ser bem regulamentada, de forma a que se tenha um só sinal e sempre apresentado da mesma forma, para cada indicação que se quer fazer. É preciso que o motorista retenha no seu subconsciente o significado de cada sinal, para que responda com rapidez e precisão à mensagem que se lhe quis transmitir.

Segundo os conceitos contidos no manual “Voiries à Faible Trafic”, produzido em 1985 pelo “Service d’Études Techniques des Routes et Autoroutes” da França, para que a sinalização seja eficaz é preciso considerar os princípios seguintes:

Princípio de Valorização:

Há uma hierarquia na importância da mensagem transmitida. É necessário valorizar as mensagens importantes (perigo, cruzamento, direção etc). Essa valorização deve se fazer em 2

planos:

- Facilitar a percepção das mensagens importantes, utilizando as indicações limitadas ao estritamente necessário.
- Evitar que mensagens importantes sejam utilizadas quando não correspondem a uma realidade física. Por exemplo, o uso excessivo de placas como “curvas perigosas” ou “velocidade limitada” tende a desvalorizá-las aos olhos dos usuários.

Princípio da Concentração:

Visa a permitir ao usuário aprender num só golpe de vista vários painéis e em particular aqueles relativos a um mesmo objetivo. Esta concentração é necessária para uma percepção melhor e mais rápida. Todavia, esse princípio tem seu limite na possibilidade dos usuários de perceber as informações. Um número muito grande de mensagens corre o risco de gerar uma percepção parcial, o que vai de encontro a uma boa eficácia. Se um grande número de informações devem ser transmitidas, elas podem ser repetidas por vários painéis em que o espaçamento é função das velocidades praticadas.

Princípio da Legibilidade:

Para ser percebida o mais eficazmente possível, a sinalização deve ser, em primeiro lugar, visível (implantação da placa) e, em segundo, legível, o que implica em que a mensagem seja clara, simples e apresentada de uma maneira homogênea no conjunto da rede.

Além disso, os objetivos de boa percepção e compreensão serão mais facilmente alcançados se algumas regras simples forem observadas:

- a **uniformidade** necessária da sinalização implica em proibição de uso de sinais não regulamentados.
- a **simplicidade** se obtém evitando a superabundância de sinais, que fatiga a atenção do usuário, que tende, assim, a negligenciar as indicações.
- a **continuidade** das direções sinalizadas, que permite evitar hesitações e manobras equivocadas em cruzamentos, deve ser assegurada.

Segundo os mesmos autores, a sinalização indicadora de **perigo**, bem como a de **interseção priorizada** e a de **prescrição** (regras a serem obedecidas segundo o Código) pertencem a uma hierarquia principal, porquanto a sua desobediência implica em sanção ao motorista e sua ausência pode levar a uma responsabilidade penal dos administradores da estrada. Já a sinalização de **indicação** ou de **direção** visa melhorar o conforto do automobilista, contribuindo para a sua segurança, mas não gerando responsabilidades tão graves.

Para que os painéis de sinalização cumpram bem a sua finalidade, deverão obedecer os princípios antes enumerados, manter-se limpos e legíveis, contando com uma conservação adequada. Placas de sinalização de cabeça para baixo, ilegíveis ou escondidas atrás do mato, mais perturbam do que auxiliam.

As placas mais simples, aplicadas às margens das estradas, são fabricadas com chapas de aço, zincadas ou não, e pré-pintadas, sobre as quais se desenham os sinais desejados. Para alcançar maior durabilidade, podem ser de alumínio ou de fibra de vidro.

Quando as dimensões são maiores, as placas se compõem de painéis, normalmente de alumínio, que se justapõem e se fixam numa estrutura, formando conjuntos de mais de uma dezena



de metros quadrados.

Na Europa se utilizam perfis extrudados de alumínio, que se encaixam uns aos outros, formando um painel estruturado de boa resistência e bom acabamento.

As dimensões das placas são conseqüências do volume de tráfego da estrada e da velocidade de circulação, pois é preciso assegurar ao condutor do veículo o tempo necessário para ler e assimilar a mensagem, bem como reagir a ela. Os manuais de construção rodoviária, assim como os manuais de sinalização dos organismos rodoviários, têm

normas detalhadas sobre dimensões e conteúdos das placas.

Para assegurar maior visibilidade, principalmente à noite, quando os índices de acidentes crescem, as placas de sinalização principalmente nas rodovias de maior tráfego, devem ser do tipo refletivo, o que se obtém através da colagem de películas refletivas sobre a base de metal ou fibra.

As películas refletivas têm o mesmo princípio das micro-esferas de vidro “mergulhadas” ou “inclusas” numa massa colante, que faz com que os 40% da esfera fiquem acima dessa massa, de forma a provocar a refração da luz incidente, devolvendo-a na mesma direção do foco emissor. Assim, a luz do farol refrata na película e volta em direção ao carro, promovendo o brilho intenso da mensagem. Atualmente utilizam-se micro-prismas de vidro, em lugar das micro-esferas, obtendo uma retro-refletância 10 vezes maior do que no primeiro caso. É a chamada película de “grau diamante”, segundo a nomenclatura do fabricante 3M, que oferece o material

com 3 tipos: grau técnico (esferas inclusas); alta intensidade (esferas encapsuladas) e grau diamante.

Tal como no caso da sinalização horizontal, a vertical também deve ser objeto de manutenção, principalmente limpeza. Sem ela, as placas vão degradando a sua capacidade de retro-refletância.

Placas pequenas são habitualmente montadas em suportes leves, de madeira ou de aço, o que já configura um certo risco de agravamento de acidentes quando um veículo desgovernado colide com eles. Em alguns países se tem estudado suportes com uma seção frágil, que rompa no caso do acidente, ou aplicados em um solo maleável como, por exemplo, um colchão de areia.

Mas na medida em que se aumentam as dimensões da placa, exigindo-se, devido aos enormes esforços que podem ser causados por ventos muito fortes, suportes de grandes dimensões, é inevitável fazer com que esses suportes sejam protegidos através de barreiras ou defensas metálicas. Na verdade, é o usuário do veículo que estará, assim, protegido.



4.2.2. Pórticos

Uma forma de sustentação das placas de sinalização de grande porte e que lhes garante a melhor visibilidade é através dos pórticos e semi-pórticos, que são construídos normalmente de aço zincado, podendo ainda serem vistos modelos de concretos protendido ou alumínio.



Os pórticos devem ser calculados em função da necessária resistência ao peso próprio, acrescido do peso das placas e daquele de algum funcionário de manutenção. Mas também devem ser calculados para resistir às pressões dos ventos máximos sobre as placas, o que faz com que normalmente os esforços horizontais sejam maiores que os verticais.

Desenhos estruturais existem à vontade: composições com tubos, treliças de diferentes formas, etc. Mas nem sempre os pórticos têm sido adequadamente calculados, ocorrendo arrancamento da base, torção de colunas ou flexão da viga horizontal devido a ventos muito fortes.

Anos atrás o autor deste trabalho procurou desenvolver um pórtico mais esbelto, que tivesse uma presença pouco notada atrás das placas, e o concebeu, como visto na França e na Alemanha, sob a forma de tubos de seção retangular, com as dimensões dos retângulos exatamente adequadas aos esforços recebidos. Tais tubos de seção retangular foram feitos a partir de dois perfis de chapa dobrada em forma de U e soldados um ao outro, já contando com uma contra flecha na viga horizontal.



Os cálculos básicos foram desenvolvidos pelo prof. Otávio Gaspar Ricardo, que obteve para o pórtico a esbelteza desejada, como mostra a figura abaixo.

Neste projeto teve-se um cuidado adicional: ligar a viga principal às colunas não só pela junção parafusada, mas também através de uma corrente robusta por dentro dos tubos, como uma segurança adicional, no caso de algum choque por em risco a estabilidade da viga, cuja queda na estrada poderia provocar grave acidente.

Nos Estados Unidos é comum projetarem-se pórticos de seção circular, que não é a figura mais econômica. Mas como é fácil encontrar-se tubos de grande diâmetro e várias espessuras no mercado, a construção feita leva a bons resultados.

Finalmente, é preciso chamar a atenção, também aqui, para a necessidade de se colocarem defensas ou barreiras na frente das colunas dos pórticos para evitar acidentes que podem atingir grandes proporções.

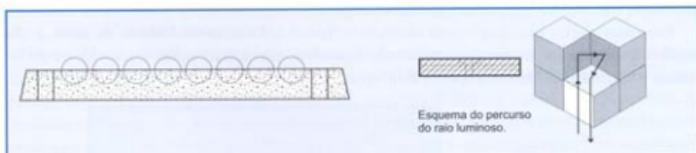


4.3. DISPOSITIVOS AUXILIADORES DE SINALIZAÇÃO

Para auxiliar o motorista em seu posicionamento na pista ou alertá-lo sobre situações de perigo potencial, são utilizados alguns dispositivos auxiliares, aplicados ao pavimento da via ou junto a ela, reforçando a sinalização convencional. A seguir, faremos uma breve descrição dos principais tipos destes dispositivos e suas funções básicas.

4.3.1. Tachas e Botões

São delineadores com formatos diversos, aplicados diretamente sobre o leito viário, junto às marcas horizontais e dispostos em série, sendo fixados através de pino e cola (tachas) ou apenas cola (botões). Estes delineadores são dotados de superfícies refletoras (formadas por esferas de vidro lapidado, ou prismas de material plástico), coladas em suportes de pequenas dimensões. Na verdade, essas superfícies são retro-refletoras, em que as esferas de vidro ou prismas refratam a luz, tal como ocorre com as pinturas de demarcação.



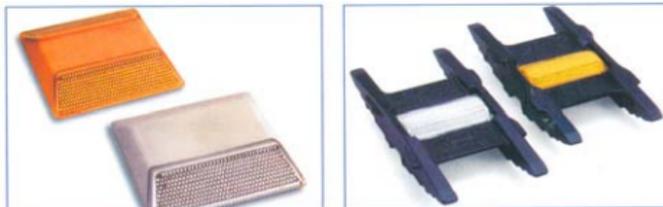
As tachas e botões têm a qualidade de advertir ou orientar o tráfego de veículos sem desviar a atenção do motorista da própria pista.

Dependendo da situação, os elementos refletivos podem ser monodirecionais ou bidirecionais, nas cores amarelo ou branco. As principais utilizações são:

- Como auxiliares das linhas separadas de fluxos opostos: tachas ou botões bidirecionais amarelos
- Como auxiliares das linhas de divisão de fluxos de mesmo sentido: tachas ou botões monodirecionais brancos
- Como auxiliares das linhas de borda: tachas ou botões monodirecionais brancos
- Como auxiliares das marcas de canalização de fluxos opostos: tachas ou botões bidirecionais amarelas, como colocados tanto na área neutra entre as faixas de canalização como ao lado da linha de borda.
- Como sonorizador para redução de velocidade: botões ou tachas bidirecionais brancas colocados transversalmente em toda a largura da pista

Nas linhas selecionadas brancas ou amarelas, os elementos devem ser fixados a razão de um para cada intervalo não pintado, no centro do intervalo; nas linhas contínuas, devem ser fixados com espaçamento igual ao utilizado nas linhas seccionadas do mesmo trecho da rodovia.

No caso das linhas de borda contínuas, as peças devem ser aplicadas em paralelo, ao lado externo da linha, ficando a uma distância de 3 a 5 centímetros desta, para permitir futura repintura da faixa sem prejuízo do elemento refletivo.



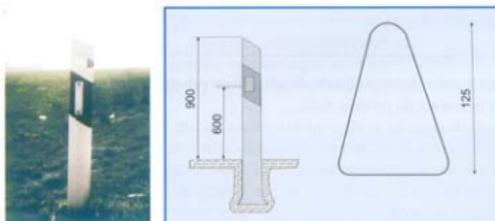
4.3.2. Balizadores

Balizadores são elementos refletivos, colocados em suporte apropriado e posicionados do lado externo da via, ou fixados em defensas e barreiras. Podem ser implantados de forma definitiva ou temporária, sempre fora da superfície pavimentada (incluindo-se os acostamentos) com o objetivo de direcionar o veículo na pista. São utilizados em trechos limitados do alinhamento horizontal (curvas, entroncamento, etc), nas proximidades de obras de arte, estreitamento da pista, locais sujeitos a neblina, etc.

Para uma boa visualização, o balizador deve ser colocado de forma que sua borda inferior não fique a menos de 0,50 m da superfície da pista.

Devemos alertar que, por serem obstáculos físicos colocados em laterais da pista, a sua confecção deverá ser sempre de material não agressivo, em caso de acidentes, dando-se preferência para materiais bastante leves e flexíveis.

Segundo notícia estampada na revista Época, de 2/8/99, a Via Oeste está instalando balizadores com emissão de luz que afugenta animais, impedindo-os de entrarem na pista.



4.3.3. Delineadores

Nas defensas e barreiras implantadas nos canteiros centrais é também útil aplicar elementos retro-refletivos, sejam do tipo prismático, em material plástico, sejam simples películas refletivas, mas sempre com o cuidado de que seus suportes tenham características não agressivas. Nessa aplicação, esses elementos são denominados de **delineadores**.

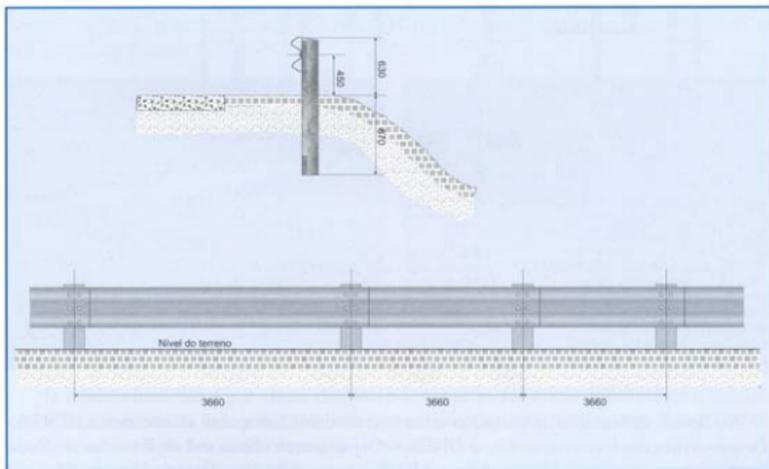
O manual de Sinalização Rodoviária e o Caderno Técnico do DER – SP, trazem informações bastante detalhadas a cerca da utilização dos dispositivos auxiliares descritos.

5. PROTEÇÃO DAS RODOVIAS

5.1. DEFENSAS METÁLICAS

Defensas metálicas são o mais tradicional dispositivo de proteção de veículos descontrolados, que tendem a atravessar os canteiros centrais ou saírem pelas laterais das estradas. Elas foram objeto de sucessivos estudos e de testes em campos de prova até chegarem aos modelos atuais.

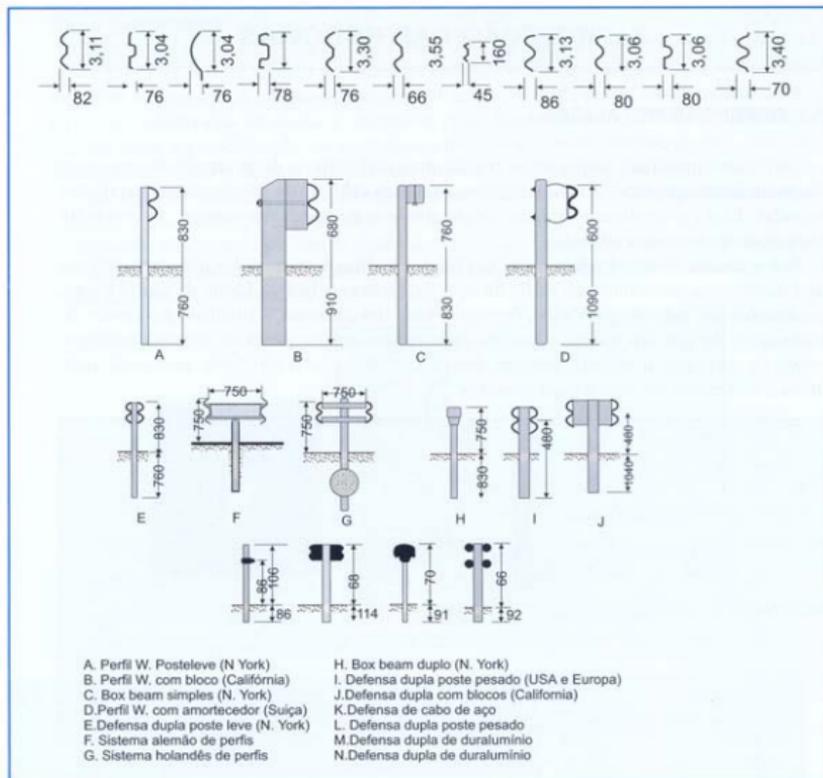
Até a década de 60 o modelo usual nos EUA e no Brasil, aqui conhecido como defesa tipo Armco, era constituído de perfis de aço moldados segundo a forma da figura anexa, justapostos por meio de parafusos, formando uma tira contínua, sustentada por postes de madeira ou de aço. No Brasil, o modelo mais comum era de perfis de aço montados em postes de eucaliptos, (eventualmente em postes de madeira mais resistente, com seção quadrada), enterrados no solo a cada 4 metros.



A lâmina moldada era usualmente de aço comercial comum, com 2,5 a 3 mm de espessura, zincada ou pintada.

Nas décadas de 50 e 60 realizaram-se muitas pesquisas, em diversos países, buscando modelos, mais eficientes de proteção aos veículos descontrolados, já que era comum eles ultrapassarem a defesa ou com ela se chocarem perigosamente. Foram estudadas soluções baseadas em cabos de aço, cabos de poliéster, diferentes tipos de perfis abertos ou fechados, bem como vários modelos de barreiras de concreto estudadas e em outro capítulo.

O desenho seguinte nos dá conta de parte dessa variedade de estruturas metálicas estudadas, que registramos aqui a título de curiosidade.



No Brasil, após ampla investigação sobre esses modelos, em que se salientaram a DERSA – Desenvolvimento Rodoviário SA, o DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, com as experiências realizadas e a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, com o grande esforço de normatização que empreendeu, chegou-se a definição de dois modelos básicos de defensas metálicas que serão analisados a seguir.

As deficiências estão apontadas para a defesa tradicional de perfil aberto, parafusado em postes de madeira eram as seguintes:

- As lâminas metálicas possuíam bordas cortantes em suas extremidades superior e inferior
- A aplicação das lâminas diretamente sobre os postes de madeira (ou eventualmente de aço) permitia que os veículos que sobre ela deslizassem, se chocassem com os postes – Em algumas aplicações antigas adotou-se a prática de colocar um calço, do mesmo material do poste, entre a lâmina e o poste, para atenuar aquele inconveniente.

- Os postes colocados no solo, através de um processo de abertura de buraco nesse solo com cavadeira, poderiam ser arrancados com pequenos esforço vertical, de baixo para cima, o que ocorria quando algum veículo de frente baixa entrasse entre a defesa e o solo. Acidentes desse gênero eram gravíssimos, registrando a crônica especializada um deles no autódromo de Tarumã, em que o piloto do carro de corrida foi cortado ao meio.
- O sistema constituído de lâmina maleável presa em postes rígidos apresentavam uma resistência ao impacto muito variável, sendo excessivamente grande junto aos postes e bem menor no centro do vão. Assim, o veículo que batesse no poste tinha uma desaceleração brusca e o que batesse no meio do vão produzia uma bolsa, também causando forte desaceleração

Todos esses inconvenientes eram, de fato, muito graves. Mas vale explorar ainda um pouco o último deles, que ainda ocorre em muitas defensas metálicas, especialmente as utilizadas nos Estados Unidos.



No modelo tradicional que vimos descrevendo, o que poderia reduzir um pouco o impacto sobre os postes seria a deformação do solo, permitindo que estes inclinassem para trás. Mas contar com isso significa contar com o desconhecido.

Ademais, foi comum a prática de pavimentar o canteiro central de rodovias, como ocorreu, em São Paulo, com a Via Anhanguera, no passado, agravando o problema.

Estudos minuciosos acerca dos problemas antes referidos foram efetuados na década de 60, especialmente na Alemanha e na França, enfatizando a necessidade de as defensas não só se constituírem em um obstáculo para que os veículos desgovernados não saiam das pistas, mas



principalmente protegerem os passageiros dos veículos das conseqüências de impactos muito fortes. Os relatórios “Anfahrversuche an Leitplanken”, publicado em 1970 pelo “Strassenpau und Strassenverkehrstechnik” e “Barrières de Sécurité”, publicado em outubro de 1971 pelo “Service D’Études Techniques des Routes et Autoroutes”, do “Ministère de l’Équipement et du Logement”, dão conta exaustivamente dos novos conceitos.

O relatório alemão é o mais minucioso, referindo os estudos feitos em outros países e apresentando conclusões de cerca de 150 testes realizados em campo de prova, com mais de uma dezena de modelos diferentes de defensas e barreiras de concreto, que estão documentados com fotografias, filmes e tabelas de resultados.

Os franceses realizaram um número menor de ensaios, mas valeram-se também das observações feitas com acidentes ocorridos nas próprias estradas, em circunstâncias as mais diversas. Sua principal preocupação, entretanto, foi a proteção em obras de arte, onde normalmente a segurança é menor e a gravidade dos acidentes podem ser muito maior.

Em ambos os conjuntos de ensaio, não só se verificou a eficácia dos dispositivos de segurança e as conseqüências de seu comportamento junto aos veículos, mas também se mediram os efeitos causados nos passageiros, graças a utilização de bonecos, dotados de sensores, colocados nos veículos de testes.

Ao analisar os tipos mais correntes de proteção nas obras de arte, os franceses concluíram:

1. Os “guarda-corpos” ou “balastradas” servem exclusivamente à proteção de pedestres.

São calculados para suportar o peso de um certo número de pessoas debruçadas sobre eles e possuem formas inadequadas à resistência ao movimento de veículos.

2. As barreiras de concreto baixas (45 a 60 cm de altura) dotadas de formato conveniente, capaz de reconduzir o veículo a pista e acentadas junto ao meio fio, justificam-se para vias em que as velocidades reais de tráfego sejam inferiores a 60 km por hora e onde os veículos não tenham uma probabilidade de choque com ângulos superiores a 15°.

3. Em condições de tráfego diferentes das acima indicadas, ou seja, com velocidades superiores a 60 km/h e ângulos de choque maiores do que 15°, é indispensável aplicar proteção mais eficaz, que pode ser ainda de um tipo leve, para veículos não muito pesados com velocidades não excessivas, ou do tipo reforçado, para condições mais agressivas de trabalho.



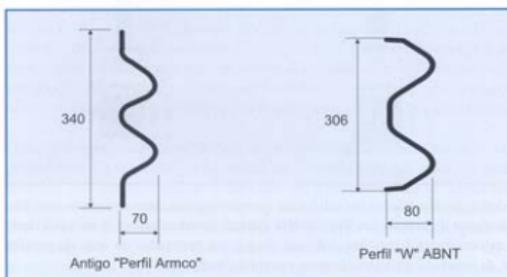
Num outro conjunto de análises, os pesquisadores franceses resumem suas conclusões nos seguintes princípios:

1. A defesa, na qual a continuidade jamais deverá ser interrompida, deve constituir uma verdadeira guia lateral para o veículo;
2. Sua flexibilidade deve ser suficiente para que a energia do choque se dissipe sem deformação exagerada do veículo e, por conseguinte, com o mínimo de estrago material;
3. A desaceleração, enfim, para uma dada velocidade e um determinado tipo de veículo, deve ser a mais suave possível no momento do choque;
4. Um problema correlato não pode ser desconsiderado: o da substituição dos elementos destruídos ou danificados pelo choque.

Análogas considerações foram feitas pelos técnicos alemães, ao longo dos amplos estudos que realizavam a respeito. Aliás, os ensaios práticos efetuados demonstraram a necessidade de obediência àqueles princípios.

Em síntese, foram consagradas pelos estudos as seguintes características indispensáveis das defensas e que foram assumidas como fundamentais nos estudos brasileiros que conduziram à normatização das defensas metálicas e, em alguns pontos, também à normatização das barreiras de concreto:

1. O desenho da lâmina ou guia de deslizamento deve ter bordas não cortantes. Esse novo desenho, é, hoje, praticamente universal.



2. A defesa deve ser contínua. Portanto, as suas juntas parafusadas não se podem romper, assim como a própria lâmina de aço. Desse critério resultaram as especificações do aço e o desenho das juntas.

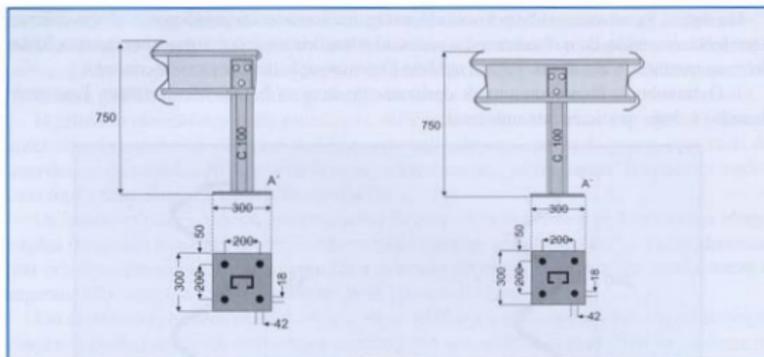
3. A defesa deve absorver a maior parte da energia cinética do veículo, deformando-se, de maneira a evitar impactos fortes nos passageiros dos veículos e devolvendo o veículo a sua diretriz inicial, com ângulo pequeno de retorno e baixa velocidade.

4. A resistência do conjunto ao impacto deve ser a mais uniforme possível. Este requisito, bem como o indicado em 3, foram obtidos, especialmente nos projetos alemão e brasileiro, através da concepção do modelo “maleável”.

5. A guia de deslizamento deve ficar afastada dos postes de sustentação, de maneira evitar choques de partes do veículo com esses postes.

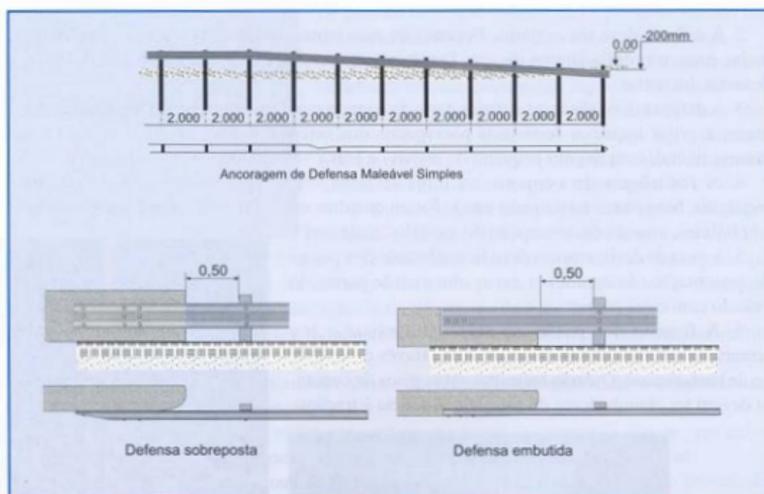
6. A fixação dos postes ao solo, para evitar o seu arrancamento no acidente, deve ser feita através do emprego de bate-estacas. Quando aplicadas sobre pisos de concreto devem ter chumbadores de grande resistência à tração.





7. As defensas não podem ter saliências que provoquem danos maiores aos veículos. Por isso, os parafusos de junção das lâminas, tem cabeças arredondadas e porcas pelo lado interno.

8. As extremidades livres das defensas devem ser ancoradas no solo ou parafusadas em elementos de concreto, na transição para eventuais barreiras.



9. Trechos muito longos de defensas devem possuir juntas de dilatação, especialmente quando parafusadas em elementos de concreto.

A perfeita compreensão do modo de funcionar das defensas e de seus requisitos são condição importante para que elas sejam fabricadas adequadamente e implantadas de modo a bem

cumprirem a sua finalidade.

A partir das características e requisitos antes mencionados, os especialistas brasileiros procuraram adaptar os conceitos e as normas desenvolvidos na Alemanha às condições brasileiras, sobretudo de natureza econômica. A defesa ideal veio a ser aquela classificada pela ABNT como **maleável**, podendo ser simples ou dupla, que reproduz o modelo alemão, respeitando todas as especificações do aço, mas com a substituição do poste de sustentação, que na origem é um perfil siderúrgico de norma DIN – IPE – 100, por outro, com a forma de um C, cuja produção fosse mais fácil no Brasil. Essa substituição não se fez com o simples cálculo de um perfil de igual seção ou igual momento resistente, mas com o teste prático dos modelos calculados com resistência similar. Está muito claro nos relatórios internacionais de ensaios que, somente com a comprovação prática, se consegue dimensionar bem as peças para resistirem aos efeitos dinâmicos dos impactos.

Dessa forma, foram colhidas peças originais alemãs, deformadas em acidentes ocorridos em instalação da via Dutra e repetidas as deformações, de maneira controlada, nos laboratórios do Centro Mauá de Pesquisas, do Instituto Mauá de Tecnologia. Depois, ensaiaram-se outros modelos de perfis, até se obter um que sofresse as mesmas deformações com as mesmas tensões e cuja deformação absorvesse igual ou maior energia. Curiosamente, o perfil C finalmente adotado responde aos impactos dos veículos com deformações iguais às do perfil I original, mais absorvendo cerca de 20% mais de energia.

O perfil C 110 brasileiro, além de ter a sua fabricação muito facilitada por ser de chapa de aço estrutural dobrada, teve, sobre o alemão, a vantagem de evitar o momento de torção que aquele sofre e que é responsável pelo seu colapso no limite da deformação.



Ao mesmo tempo, procurou-se desenvolver um outro modelo de defesa, chamada na norma brasileira de **semi-maleável**, e que se aproximasse mais da experiência americana. Embora reconhecida por todos os técnicos nacionais, a superioridade do modelo da Alemanha, fartamente documentada por relatórios e filmes cedidos pelo Ministério de Transportes daquele país, argüia-se o custo menor do modelo americano, em que os postes de sustentação são mais espaçados – porém mais resistentes – e em que não há peças de certa complexidade como as cintas e espaçadores do modelo maleável. Procurou-se então desenvolver um espaçador entre a

guia de deslizamento e o poste metálico, capaz de absorver energia de impacto.

Os postes desse modelo, do tipo C-150, são igualmente cravados no solo, mas deformam-se menos do que os tipo C-110; daí introduzir-se um elemento adicional, de resto necessário para afastar a guia dos postes. Essa defesa, contudo, não tem a relativa uniformidade de resistência que foi o objeto principal das pesquisas alemãs.

As normas brasileiras são bastante detalhadas quanto aos modelos de defensas e regras para a sua utilização. Não apresentam justificativas, entretanto, para a escolha entre os modelos maleável e semi-maleáveis, porquanto tecnicamente a primeira é mais aperfeiçoada e a segunda, mais econômica.

Além disso, mencionam defensas **semi-rígidas e rígidas**, mas que se destinam a aplicações especiais, principalmente na transição de uma defesa para barreira de concreto e em situações de impossibilidade de utilização de ancoragem. Tais situações serão melhor discutidas no capítulo de aplicações das barreiras e defensas.

Finalmente, é preciso considerar que as defensas metálicas, mercê de seu princípio de funcionamento, baseado em sua capacidade de deformação, não são intransponíveis. Esse é um problema de difícil solução, quando se protegem veículos de pesos muito diferentes. Por isso a recomendação de que, em pontes e viadutos, onde em nenhuma hipótese o veículo deve sair da pista, se utilizem barreiras de concreto.

5.2. BARREIRAS DE CONCRETO

Estudos feitos em vários países e, particularmente, nos Estados Unidos, como aqueles referidos no interessante trabalho do Eng^o Salvador Giammusso, intitulado “Barreiras de Segurança”, demonstraram a elevada incidência de acidentes fatais de correntes da travessia, por veículos desgovernados, dos canteiros centrais das rodovias. E muitos desses acidentes se deveram a choques frontais de veículos. Citando estudo feito na Califórnia, Giammusso registra a alta incidência desse tipo de choque frontal na travessia de canteiros cuja largura se situava entre 0 e 9 metros. Registra ainda que, em 1971, do total de 55.000 mortes em acidentes, 42,4% foram devidos a choques frontais.

Esses números mostram aos menos avisados a quantidade enorme desse tipo de acidente, nem sempre percebido no dia a dia. No início da década de 70, eu próprio, preocupado com os acidentes que ocorriam nas avenidas 23 de maio e Ruben Berta, em São Paulo, propus a implantação de defensas. Mas a Prefeitura entendia que tal dispositivo iria enfeiar a via e que os acidentes eram poucos, não justificando a medida. Consultada, então, a empresa de eletricidade, constatou-se que cerca de 600 postes eram trocados anualmente no canteiro central, devido a

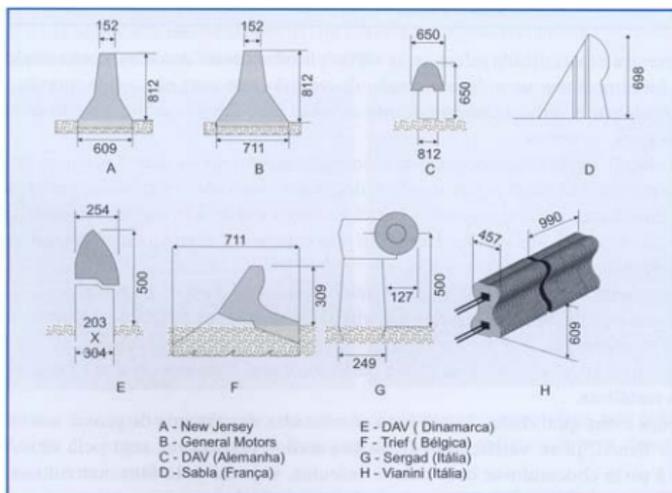


colisões de automóveis. E quantos seriam os casos de transposição da pista sem queda de postes, o que, probabilisticamente, deveria ocorrer com maior frequência?

Ato contínuo, a Prefeitura mandou instalá-las. Mais tarde, sugeri a CET a aplicação de 2 barreiras de concreto, deixando entre elas um espaço para ajardinamento, o que também foi feito, num dos trechos, com bom resultado.

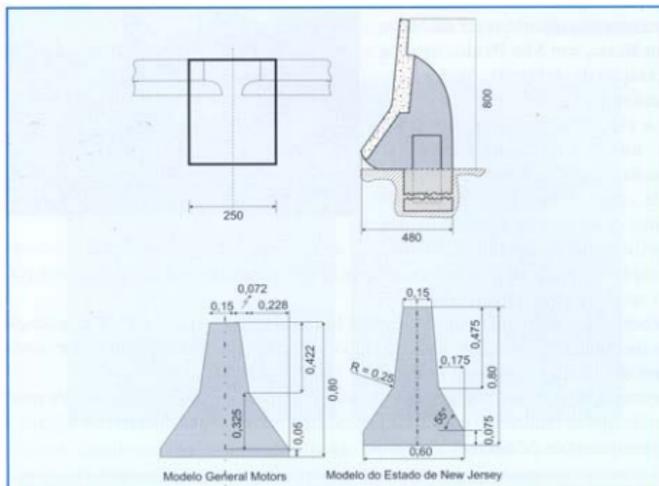


A preocupação com as travessias em canteiros centrais foi, sem dúvida, a mola mestra das experiências que se realizaram em vários países, com barreira de concreto. As figuras adiante reproduzem desenhos de diferentes origens:



Essas figuras mostram uma evolução das guias de calçadas, ou meio-fios, que foram sofrendo modificações de altura e de forma, em busca de um desenho que melhor atendesse aos requisitos de segurança. Os estudos levados a efeito valeram-se, invariavelmente, de experiências em campos de prova.

Na década de 60, finalmente, surgiram os perfis New Jersey e General Motors, que tiveram o seu uso consagrado em diversos países. Os respectivos desenhos encontram-se a seguir:



A literatura especializada refere-se às várias virtudes desses modelos, como sendo:

- a) A barreira promove a desaceleração do veículo que com ela colide através do atrito exercido pela parte vertical correspondente ao meio-fio e devido ao movimento de subida da roda pela parte inclinada.
- b) O veículo desgovernado que colide com a barreira retorna para a pista em ângulo não muito acentuado, reduzindo a possibilidade de choque com outro veículo que venha no mesmo sentido. Entretanto, se a colisão com a barreira ocorrer em ângulo muito acentuado, a devolução do veículo à pista também ocorrerá com maior ângulo e, conseqüentemente, maior possibilidade de choque com outro veículo.
- c) É pequena a probabilidade de um veículo passar por cima da barreira.
- d) Quase não há danos a barreira em virtude dos choques habituais, exigindo pouca ou nenhuma manutenção.
- e) Os danos ao veículo são, na maior parte dos casos, menor do que os causados pelas defensas metálicas.

Embora essas qualidades hajam sido constatadas em campos de prova, em casos práticos, no Brasil, já se verificaram situações menos favoráveis, seja pela devolução do veículo à pista chocando-se com outros veículos, seja até pelo fato ocorrido na Via dos Imigrantes de um caminhão haver passado por cima da barreira, projetando-se de uma altura de 90 metros.

Os apologistas das barreiras de concreto tem procurado compará-las com as defensas metálicas, argumentando que estas nem sempre retêm veículos pesados, bem como danificam a carroceria dos automóveis; e que, segundo experiências realizadas nos Estados Unidos, o veículo que colide com a defesa retorna à vista seguindo ângulo muito mais acentuado. Essas comparações, entretanto, feitas nos EUA, não levaram em conta os modelos mais modernos de

defensas, como o brasileiro, que tem comportamento diferente do comum das defensas norte-americanas, como mencionado anteriormente.

Essa disputa entre apologistas de um e de outro tipo de proteção revela, na verdade, a luta pelo mercado, movido por fabricantes de concreto e por fabricantes de aço e/ou aplicadores de zincagem. Na prática, ambos os sistemas de proteção tem a sua aplicação e se complementam na rodovia.

É indiscutível que a barreira de concreto (NJ ou GM) é mais intransponível do que a defesa metálica, especialmente quando esta é de modelo maleável e aplicada em obras de arte. Por isso, eu mesmo tive a oportunidade de insistir no seu uso, em todos os viadutos, quando se projetou a rodovia dos Imigrantes, ao invés de um modelo metálico em cogitação naquela época.

Quanto às demais aplicações, a questão que se põe é econômica ou de alguma conveniência específica. Por exemplo, em vias de tráfego intenso e contínuo, por vezes é preferível a barreira de concreto no canteiro central, por exigir menor trabalho de conservação. Além disso, elas exigem menor largura de faixa para sua implantação. Por outro lado, a implantação de uma defesa metálica é muito mais rápida e mais barata.

As barreiras de concreto, por outro lado, devem ser implantadas com absoluto rigor em relação ao seu desenho e ao seu funcionamento. O que se tem visto no Brasil, na maior parte dos casos, são barreiras NJ mutiladas, sem obediência às dimensões, sem respeito à indispensável continuidade e sequer construídas com o traço de concreto adequado. Assim feitas, não cumprem a sua finalidade, deslocam um trecho em relação ao outro e, por vezes, quebram ante o impacto, dando origem a acidentes muito graves.



Nas pistas dotadas de barreira de concreto é absolutamente necessário, nos trabalhos de recomposição das pistas, o emprego de fresagem do metal antigo, sob pena de se alterar o funcionamento da barreira.

Modernamente tem se construído barreiras de concreto pré-moldadas, como se tem feito barreiras de formato NJ em outros materiais, como alumínio, por exemplo, para aplicações especiais. É de fundamental importância, nesses casos, que a barreira seja devidamente ancorada no solo ou tenha peso suficiente para não ser arrastada pelo impacto. E seja sempre contínua.

Mais ganha especial relevância a barreira pré-fabricada móvel, que permite uma translação lateral de forma a alterar o número de faixas de rolamento em cada sentido de tráfego da

estrada, ajustando-o à demanda em cada sentido. Equipamentos especiais de remoção das barreiras são empregados nessa tarefa, que otimiza o uso da rodovia.



5.3. ATENUADORES DE IMPACTO

Existem situações nas rodovias em que não é possível remover alguma instalação ou objeto fixo, como por exemplo o início de uma barreira de concreto em uma bifurcação.

Nos casos onde este obstáculo fica na direção de tráfego da rodovia, é recomendável a utilização de atenuadores de impacto, que são dispositivos de proteção para veículos desgovernados, capazes de absorver o impacto mais lentamente de que em caso de colisão com objeto rígido, fazendo com que as conseqüências do acidente sejam minimizadas.

Desta forma, a função dos atenuadores de impacto não é de caráter preventivo, mas sim de atenuar a colisão.

Os atenuadores comumente utilizados empregam dois conceitos básicos de Física: os princípios da energia cinética e da conservação do momento.

O primeiro conceito envolve absorção da energia cinética de um veículo em movimento por “capacidade de compressão” ou “deformação plástica” dos materiais. O segundo conceito envolve a transferência do momento do veículo em movimento para um “material cuja a massa é expansível”. Usualmente são utilizados recipientes ou “containers” preenchidos com saco de areia ou água.

Atualmente são utilizados diversos tipos de atenuadores de impacto em todo o mundo, indo desde simples “tanques” plásticos contendo água até dispositivos complexos e elaborados, como laterais escamoteáveis preenchidas com tanques de borracha, dispositivos de molas, cabos, etc.



Em qualquer dos casos, no caso de um acidente, o equipamento é deformado de modo a absorver a energia, diminuindo, conseqüentemente, o impacto do veículo e os danos aos seus ocupantes.

Normalmente, esta deformação do atenuador de impacto é irreversível, amassando e danificando os tanques plásticos, no caso de dispositivos mais simples, e rompendo travas de segurança (que agem como “fusíveis”), amassando as laterais e rompendo as bolsas de borracha internas, nos casos de dispositivos mais complexos.



Naturalmente, o dispositivo não é de todo perdido, mais é necessário saber que, apesar de alguns agirem de forma semelhante a uma mola, o retorno ao status inicial depende de um recondicionamento e substituição de componentes.



Vale lembrar ainda que uma boa sinalização indicando antecipadamente saídas, acessos e outros pontos críticos pode reduzir consideravelmente a indecisão do motorista, evitando o acidente. É sempre melhor cuidar das causas do que das conseqüências.

É indiscutível a importância de utilização dos dispositivos de atenuação de impacto pela gravidade de acidentes de colisão em objetos fixos, sendo as bi-

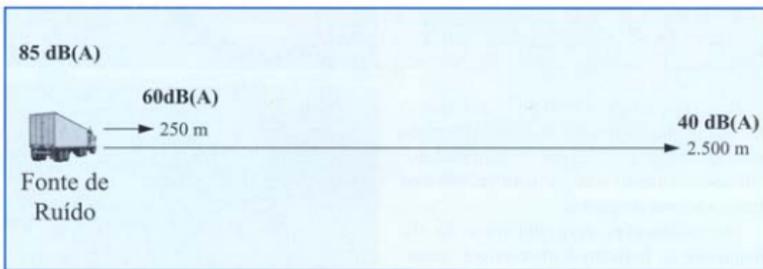
furcações de estradas um dos problemas de maior dificuldade de solução, por ser impossível evitá-las.

No Brasil, a aplicação de atenuadores é pouco utilizada; entretanto o conceito de “custo/benefício”, aplicado às consequências sobre os feridos ou, principalmente, sobre as mortes ocorridas, começa a preocupar as instituições governamentais, bem como empresas responsáveis pela administração das estradas brasileiras.

5.4. PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE – BARREIRAS ACÚSTICAS

5.4.1. Princípio de atuação

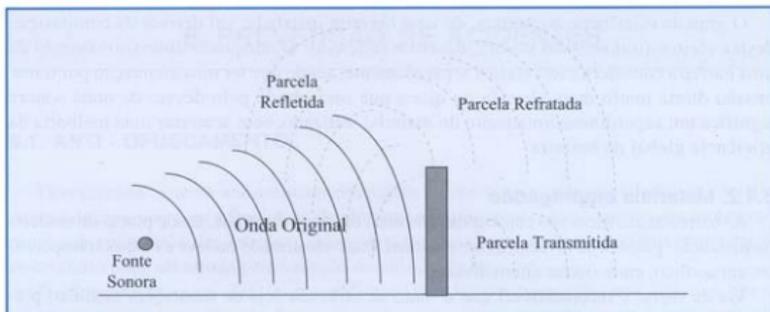
As ondas sonoras se propagam em linha reta, sofrendo um decaimento em função da distância. Dessa forma, um som emitido em campo aberto será audível em níveis decrescentes, conforme se afasta da fonte, até chegar a valores não audíveis depois de percorrida uma distância que irá depender da intensidade do som original. O ruído gerado em uma rodovia com tráfego pesado, que pode atingir cerca de 85 dB(A) medidos à margem da mesma, deverá percorrer, em campo aberto, mais de 250 m para que se reduza até o nível legal, de 60 dB(A), e mais de 2.500 m para atingir 40 dB(A), quando passa a se confundir com o ruído de fundo em uma região de baixa ocupação.



Logo, a área sujeita aos efeitos da poluição sonora de uma rodovia é bastante abrangente, podendo incluir diversas residências e demais instalações sensíveis ao ruído que se encontrem nas imediações, embora, na prática, estas distâncias sejam menores, pois geralmente há algum obstáculo que impede a livre propagação do som.

A instalação de barreiras acústicas possui a finalidade de impedir a livre propagação do som, levando a um decaimento bem mais intenso do que ocorreria em condições naturais.

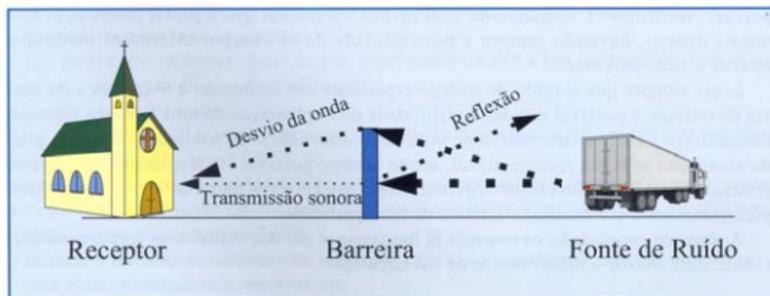
Ao se deparar com obstáculo, as ondas sonoras podem ser refletidas, absorvidas ou desviadas (refratadas). Na prática, dependendo do material do obstáculo, sua forma e posição relativa à fonte sonora, parte da onda sofrerá cada um destes três efeitos. A parcela refletida seguirá na direção oposta; a parte absorvida é dissipada, havendo uma pequena parcela, transmitida, que atravessa o obstáculo e segue na mesma direção; e a parcela refratada contorna o obstáculo e atua como uma nova fonte, de menor intensidade, localizada no ponto de contorno do obstáculo.



As barreiras acústicas atuam segundo estes princípios descritos. O primeiro é como obstáculo à propagação do som em linha reta, simplesmente impedindo que o mesmo siga em direção ao receptor. As ondas sonoras, ao se chocarem com a barreira, são parcialmente absorvidas, sendo que uma parcela a atravessa e segue na mesma direção. A parcela que é absorvida depende do material empregado, sendo que, quanto maior a densidade superficial do material (densidade \times espessura), maior o grau de redução de transmissão sonora. A intensidade sonora absorvida varia de 25 a 45 dB(A), dependendo do material construtivo da barreira.

A reflexão do som impede que o mesmo siga em direção ao receptor e também é função do material empregado na construção da barreira, bem como da sua forma, textura, etc. Um material com alto índice de reflexão é eficiente como barreira acústica mas faz com que o nível sonoro na rodovia seja mais elevado, pois o som refletido (eco) também será audível na pista. Além disso, existe a possibilidade de uma onda refletida em uma barreira acústica vir a aumentar o nível de ruído observado do lado oposto da estrada. Os materiais de baixo índice de reflexão, ou absorventes, por sua vez, tem a capacidade de atenuar e dissipar a onda sonora, absorvendo as vibrações e melhorando a eficiência global da barreira.

A atenuação do ruído devida ao desvio da onda sonora está relacionado, diretamente com a geometria e dimensões da barreira e dos agentes emissores e receptores do ruído. Depende da altura da barreira e seu posicionamento, e sempre se apresenta em valores bastante abaixo do grau de transmissão sonora, dependendo do material empregado.



O grau de eficiência, na prática, de uma barreira instalada, vai derivar da composição destes efeitos (transmissão sonora, desvio e reflexão). O adequado dimensionamento de uma barreira considera estes efeitos separadamente, sendo que ter uma atenuação por transmissão direta muito mais elevada do que a que será obtida pelo desvio da onda sonora significa um superdimensionamento do material utilizado, sem acarretar uma melhoria da eficiência global da barreira.

5.4.2. Materiais empregados

As barreiras acústicas são construídas nos mais diversos materiais, desde placas de madeira ou metálicas, paredes de alvenaria convencional, concreto armado ou leve e chapas transparentes em acrílico, entre outras alternativas.

Via de regra, é recomendável que o material utilizado seja de montagem modular, pré-fabricado, permitindo uma fácil substituição de setores danificados, em operações de manutenção das vias. Também, obviamente, é imprescindível que o material suporte as mais rigorosas condições e variações climáticas.

As primeiras instalações foram feitas em alvenaria convencional ou placas de madeira e metálicas. Ao longo do tempo, com o desenvolvimento e generalização do uso de barreiras acústicas (basicamente na Europa, EUA, Austrália e Japão), passou-se a buscar materiais mais práticos, duráveis e eficientes.

Neste sentido, o concreto celular se apresenta como uma boa alternativa, dado o seu baixo custo e facilidades de montagem, sempre que não se fizer necessário que a barreira seja transparente ou possua formatos muito diferenciados. Outra alternativa, bastante utilizada por permitir geometrias mais ousadas e um excelente resultado estético, porém de custo mais alto, são os painéis de alumínio que, quando em composição com um “recheio” de fibra de vidro, apresentam um alto grau de absorção sonora.

Por outro lado, o uso de materiais transparentes, embora de custo mais elevado, implica em uma inegável vantagem estética, além de propiciar certas vantagens relacionadas à segurança, dependendo da configuração da via, por não obstruir a visibilidade. É importante que se utilizem materiais que não percam a transparência por fotossensibilidade, e que apresentem resistência mecânica adequada.

Em vias urbanas, tais como vias expressas e corredores de ônibus, dada a proximidade com residências e estabelecimentos comerciais, e o grande fluxo de pedestres, é recomendável que as barreiras acústicas sejam construídas com material transparente, tornando-se visualmente bem menos agressivas que aquelas feitas com materiais opacos, havendo sempre a possibilidade de se compor diferentes materiais, opacos e transparentes.

Logo, sempre que o ruído de tráfego representa um incômodo à vizinhança de uma via de tráfego, é possível estudar a viabilidade de implantação de uma barreira acústica, buscando-se a melhor alternativa de material e dimensões, de modo a se atingir o grau de atenuação acústica recomendável, sendo sempre possível – e recomendável – que se proceda a um cuidadoso estudo arquitetônico e paisagístico, de modo a se garantir complementarmente um resultado estético de boa qualidade.

A título de curiosidade, os romanos já limitavam o uso dos veículos na região central da cidade, para reduzir o ruído oriundo de sua circulação.

6. PREVENÇÃO DE ACIDENTES

6.1. ANTI-OFUSCAMENTO

Denomina-se sistema anti-ofuscamento viário o conjunto de peças instaladas no canteiro central de uma via, com a finalidade de eliminar ou minimizar o ofuscamento dos motoristas provocado pelos faróis dos veículos que circulam na pista oposta. A eliminação ou a minimização deste efeito pode ser obtida pela vedação ou difusão da luz.

O ofuscamento tem duas conseqüências perniciosas: em primeiro lugar, a constante repetição do contraste de um foco luminoso concentrado, com o ambiente escuro, aumenta a fadiga do condutor de veículos; em segundo, a incidência do feixe luminoso de alta intensidade na vista causa uma perda de visão momentânea – que é propriamente o ofuscamento – de conseqüências que podem ser muito graves para quem está dirigindo um veículo à noite. Sob chuva, então, a ação desse fecho de luz pode ser ainda bastante mais grave.

Devido a tais razões, tem-se procurado com insistência, em todo o mundo, atenuar as deficiências do tráfego noturno, particularmente através de duas medidas: a iluminação da via e a barreira anti-ofuscamento. A primeira solução é a mais perfeita, e também incomparavelmente mais cara, somente se justificando em trechos de estrada de elevadíssima densidade de circulação. E mesmo sendo onerosa, muitas vezes é aconselhável para evitar um custo maior: o aumento da capacidade de tráfego da estrada, através da ampliação da rodovia, para acomodar a maior demanda diurna.

Os sistemas anti-ofuscamento atualmente em uso são:

- de vegetação
- de telas de aço soldada
- de telas expandidas de aço e de alumínio
- de rede de poliéster
- de lamelas verticais

Qualquer sistema anti-ofuscamento deve atender os seguintes requisitos e preceitos:

- proporcionar, por bloqueamento ou por difusão da luz, a redução da potencialidade e periculosidade dos acidentes rodoviários causados por ofuscamento dos faróis dos veículos que transitam em sentido contrário.
- Não provocar o bloqueio visual da via, objetivando manter a boa visibilidade, bem como evitar o efeito psicológico do confinamento.
- Resistir a ação dos ventos.
- Ser compatível – sob o aspecto técnico, construtivo e funcional – com o sistema de proteção, como defensas e barreiras.
- Apresentar um aspecto agradável, utilizando sempre que possível, elementos de cores neutras.
- Evitar de utilizar peças ou conjuntos fisicamente agressivos que, em casos de acidentes, podem agravar suas conseqüências.
- Facilitar o trabalho da manutenção, como por exemplo a travessia de pessoas de uma pista

para outra, atendimento e socorros, etc.

O sistema mais primário de se vedar a passagem da luz é aquele formado pelo plantio de arbustos nos canteiros de separação das pistas. Verificou-se, entretanto, que pelo menos três graves inconvenientes contra-indicavam este sistema:

a) Dada a falta de uniformidade da vegetação, é preciso que ela seja absolutamente cerrada, concentrada, para que evitasse o ofuscamento. E a barreira totalmente opaca, daí resultante, causa uma sensação de bloqueio ao motorista que obriga, insensivelmente, a reduzir a velocidade, salvo em canteiros centrais muito largos.

Evitar excesso de velocidade é sempre vantajoso. Todavia, as auto-estradas são construídas para determinadas vazões de tráfego que implicam na manutenção de velocidades mínimas, habitualmente grandes. Sem a garantia de se poder trafegar em velocidades razoáveis a estrada não cumpre o seu objetivo quanto ao fluxo previsto. Ora, se os motoristas (ou mesmo uma pequena parcela deles) ficam sob o efeito psicológico do enclausuramento, que os obriga a dirigir em velocidade inferior àquela para a qual a estrada foi projetada, o congestionamento, com todas as suas conseqüências, é inevitável.



Além disso, os motoristas forçados a dirigir sob tais efeitos psicológicos, fazem-no sob tensão, aumentando consideravelmente a fadiga e, conseqüentemente, os riscos de acidente.

b) A conservação da barreira vegetal obriga a um trabalho muito oneroso e, mais do que isso, responsável pela permanência freqüente de homens na pista, o que resulta em elevação dos riscos. Ademais, no caso de substituição de arbustos danificados, as falhas resultantes demoram a se recompor, pois o crescimento

da planta depende da lenta ação da natureza.

c) A existência dos arbustos no canteiro central prejudica, por vezes, a instalação e conservação das chamadas “defensas”, elementos essenciais de proteção em caso de acidentes em que o motorista perde o comando do veículo.

O sistema de tela de aço soldada é constituído por uma tela contínua formada por fios de aço longitudinais e transversais, sobrepostos e soldados em todos os pontos de contato por resistência elétrica. Os fios são distribuídos de forma a permitir a uma eficiente difusão da luz, de forma a garantir a adequada proteção visual.

As chamadas telas expandidas são painéis construídos a partir de chapas metálicas que, prensadas em matrizes especiais, resultam com a aparência de telas, mas cujos elos são lâminas inclinadas em relação ao plano do próprio painel, de maneira a operar como uma veneziana ao barrar os raios luminosos dos faróis dos veículos.



Essas telas constituíram, durante muito tempo, solução prática do problema e foram fabricadas com módulos diferentes e materiais variados: aço ou alumínio. As de aço necessitam tratamento galvânico para impedir corrosão e as de alumínio exigem chapa relativamente reforçada, para evitar deformações e poderem ser mantidas convenientemente esticadas. Quanto à forma de aplicação, as telas podem ser fixadas diretamente entre esteios verticais ou montadas em molduras, constituindo painéis a serem suportados por elementos verticais.



Três inconvenientes, porém, foram sempre apontados quanto a essa solução. Tais são:

a) Não podendo ser muito largas as lâminas inclinadas da tela (elos da malha), pois ela tem cerca de meio centímetro, é necessário que os buracos da referida tela sejam pequenos, para evitar a passagem de luz. Devido às reduzidas dimensões desses buracos, os painéis são bastante opacos, causando ainda uma certa sensação de bloqueio, com as conseqüências já apontadas.

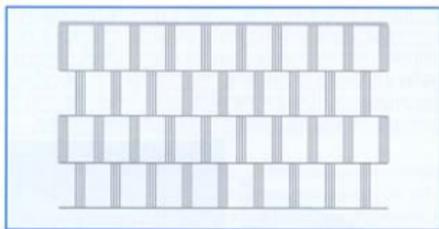
b) Em função de sua forma construtiva, as telas impedem por completo a travessia das pistas. Esse fato, que vem sendo apontado por muitos como uma virtude, pois elimina o trânsito de pedestres, oferece, porém, alguns inconvenientes. Em primeiro lugar, num caso de acidente grave, em que o socorro mais próximo só possa chegar pela pista oposta, há que se remover a tela para a passagem dos feridos; em segundo, os trabalhos de manutenção das defensas centrais e da própria barreira anti-ofuscante resultam bem mais difíceis e perigosos para os operários.

Cabe lembrar, a propósito desta questão, que o trânsito de pedestres e, principalmente, a sua travessia pelas estradas só se elimina através de:

- 1) oferecimento de alternativas de circulação;
- 2) educação;
- 3) bloqueio da estrada por meio de telas apropriadas externas, normalmente utilizadas também para impedir a travessia de animais.

c) Para se obter um custo razoável de construção, a tela não pode ser feita de material muito espesso, principalmente quando se trata de alumínio. Em decorrência disso, tais painéis são elaborados habitualmente no Brasil de chapa de aço, que exige proteção superficial por zincagem.

O sistema anti-ofuscamento de rede é fabricada com fios de poliéster multifilamento, retorcido de alta tenacidade e alta resistência, e deve ser imune à ação de bactérias e fungos, devendo ser revestida com produtos termo-estáveis, protegendo-a das radiações ultra violeta.



O sistema de lamelas verticais é construída como uma verdadeira veneziana, com placas de cerca de 20 centímetros de largura e dispostas transversalmente ao eixo da estrada, espaçadas de 50 a 60 centímetros. Essa veneziana pode perfeitamente evitar o fenômeno do ofuscamento, desde que espaçamento e largura das lâminas se adotem de acordo com o objetivo colimado. Além disso, o espaçamento especificado permite a travessia da barreira em caso de emergência ou para fins de manutenção, bem como evitar a sensação de clausura.

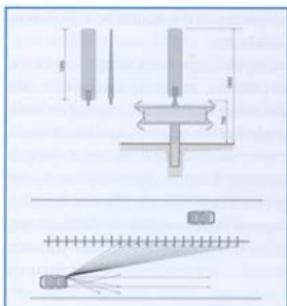
As estruturas de lamelas anti-ofuscamento resultantes são muito semelhantes, diferindo apenas quanto à forma da lâmina plástica. As primeiras, placas de plástico reforçado com fibras de vidro, mostraram-se inconvenientes por serem quebradiças (por efeito da pressão do vento ou da fadiga causada pela vibração) e, com isso “agressivas”. De tal experiência resultou a necessidade de reforço da lâmina com chapas metálicas, que a tornam mais rígida e inconveniente.

Da placa, evoluiu-se para a lâmina estrutural, o que se pode obter por extrusão ou por moldagem do tipo “blow molding” (sopro). O primeiro processo produz lâminas ocas de seção constante (em decorrência do próprio processo), fabricados de PVC ou polietileno, abertas nas extremidades; o segundo processo permite construir lâminas ocas de espessura e seção variáveis, moldadas preferivelmente em polietileno e fechadas nas extremidades.

O processo de extrusão é, em si, mais econômico; todavia obriga a construção de lâminas de paredes relativamente espessas. O processo do sopro, descontínuo por natureza, é mais caro; mas permite construir um corpo de igual resistência aos momentos fletores a que está sujeito, economizando, com isso, matéria prima.

O modelo atualmente predominante é o produzido por blow molding e a sua estrutura de montagem vem sofrendo sucessivos aperfeiçoamentos em prol da redução de custos. A forma que essas peças tem, além disso, contribui eficazmente para evitar que, num eventual choque contra os anti-ofuscantes, os passageiros dos veículos corram os riscos que correriam chocando-se contra outros tipos de barreira ou veneziana. Mas é fundamental que o material plástico de que se constroem esses produtos seja imune às radiações solares, o que habitualmente não ocorre com os polietilenos comuns.

Nessas lâminas, o polietileno obedece a especificações rígidas de densidade e de aditivos que o imunizam à ação dos raios ultra-violetas, responsáveis pelo “envelhecimento” prematuro das peças expostas ao sol. Além disso, como a cor verde opaca (para evitar reflexos) é a que preferencialmente se tem usado nestas peças, devido à sua melhor composição com a paisagem e por realçar menos a poeira que nela se deposita, é muito importante que o pigmento adicionado à matéria prima esteja compatibilizado com aditivo imunizador para que as propriedades deste não sejam inibidas por aquele.



Situações especiais poderão justificar a instalação de sistema anti-ofuscamento em canteiros centrais com largura maior do que 18 metros ou em acostamentos laterais. Via de regra, recomenda-se a instalação de sistema anti-ofuscamento em canteiros centrais que tenham menos que 18 metros de largura, sendo indispensável, entretanto, quando a largura for menor que 12 metros. Deverão ainda ser instalados preferencialmente sobre defensas ou agregados a alambrados que visem impedir a travessia da estrada por pedestres.

É perceptível que o número de acidentes noturnos nas estradas aumenta enquanto que o volume de tráfego diminui. Isso significa que os índices de acidentes crescem naquele período. Por outro lado, as auto estradas são sempre construídas com duas pistas separadas porque, projetadas invariavelmente para um grande volume de carros em tráfego, tornam-se perigosas se não contarem com a separação das pistas destinadas ao tráfego em sentidos opostos. Ora, uma das principais causas desse perigo – o ofuscamento – permanece se não houver proteção adequada.

6.2. PASSARELAS

Na quase totalidade das rodovias brasileiras, a circulação de veículos convive com a circulação de pedestres e de ciclistas, problema que se agrava na proximidade dos centros urbanos e nas rodovias litorâneas. Em alguns casos jamais será possível segregá-las, pois as estradas se converteram em verdadeiras avenidas. Em outros casos será possível construir pistas marginais para o tráfego local ou separar o sistema rodoviário do sistema viário urbano.

Uma forma de atingir este último objetivo tem sido a construção de vias de contorno aos centros urbanos, solução essa condenada por alguns urbanistas sob o argumento de que, anos após, seria preciso fazer outro contorno. Outro caminho, muitas vezes viável, é o de rebaixar a rodovia nos centros urbanos, deixando no plano superior as ligações necessárias da malha urbana.

São sempre soluções onerosas, mas que se impõe como forma de reduzir acidentes e de restaurar a capacidade da Rodovia. Quem circular pelos pri-



meiros 50 km da rodovia Raposo Tavares verá quão difícil é manter uma razoável capacidade de tráfego, ainda que duplicando a estrada, se não forem resolvidos os conflitos com a vida urbana em diversas localidades.

Uma das vítimas mais freqüentes desses conflitos é o transeunte, que nem sempre conta até mesmo com um acostamento para percorrer e que, a todo instante, se vê na contingência de atravessar o fluxo de tráfego em dois sentidos, enfrentando ainda o obstáculo central de uma barreira ou defesa aplicados em espaço exíguo. Agrava-se ainda esse quadro quando o transeunte traz consigo crianças ou porta volumes, carrinho de mão ou de feira e, às vezes, longas peças de madeira ou de encanamentos. E não estou aqui teatralizando alguma situação do interior do Nordeste, mas referindo travessias que ocorrem na Via Dutra, na Via dos Bandeirantes, na Via dos Imigrantes e, fartamente nas rodovias Raposo Tavares e Manoel da Nóbrega.

A par das medidas de reforma das estradas, visando segregar o tráfego de veículos daquele de pedestres e de ciclistas, é preciso ampliar, desde já, a proteção a estes últimos. Proteção que, afinal, beneficia também os condutores e passageiros dos veículos.

Um caminho, para as travessias, é construir passagens em desnível. O recurso à implantação de uma passagem inferior tem limitações, seja porque normalmente é uma obra cara, seja porque as pessoas têm medo de serem assaltadas. Mas em alguns casos especiais, como foi feito anos atrás em Bocaina, a solução é simples: se a estrada corta a cidade em aterro, não é difícil e nem excessivamente caro fazer uma passagem, talvez pré-moldada, por baixo.

Contudo, a solução mais corriqueira é a passarela, que pode ser moldada in loco, construída de perfis metálicos ou montada em concreto pré-moldado.



Vários cuidados são necessários:

- Os trechos de subida e descida devem ser, preferencialmente, rampas e não escadas.
- O trecho de circulação sobre a pista deve ser envolvido em tela, para evitar que se joguem objetos sobre os carros.
- Os guarda-corpos laterais não devem ser demasiadamente fechados e altos, para que da estrada se veja quem circula na passarela. É uma condição de segurança para os pedestres.
- A passarela deve ser iluminada, para prevenir assaltos e a presença de malfeitores que jogam pedras nos carros, para assaltá-los.
- As colunas de acessos das passarelas devem ser protegidas por defensas ou barreiras, que evitem colisões por veículos desgovernados.

Quanto ao método construtivo, a melhor solução seria sempre a que utilize elementos pré-

fabricados, cuja colocação na estrada se faz com rapidez. Até hoje não se viabilizou uma produção seriada de estruturas metálicas que pudesse ser relativamente leve e de fácil montagem e econômica, como vem ocorrendo com os pórticos.

O problema da travessia de pedestres nas rodovias é de tal forma grave, que se justificaria um verdadeiro programa intensivo de implantação de passarelas, como o governo de São Paulo fez, em 1985/96, na Baixada Santista e que vem sendo prosseguido, embora lentamente. O custo de uma passarela não é algo insuportável para qualquer administração rodoviária; mas é preciso estudar soluções mais econômicas.

Outro caminho para reduzir dispêndios com passarelas, em benefício da segurança nas estradas, é associá-las a mensagens publicitárias. Nas rodovias de elevado tráfego, os agentes publicitários certamente se interessarão por expor mensagens institucionais (propaganda simples, sem dizeres, apenas com logomarcas) que pagariam com folga o valor de uma passarela. O cuidado será não “esconder” o transeunte atrás das placas, mas localizá-las somente na altura das vigas; ou fazer a mensagem em painéis transparentes.

Uma outra idéia é associar os dispositivos de mensagens variáveis às passarelas, quando possível, dando dupla utilidade à passarela. Ou até mesmo construir pórticos-passarelas. Na rodovia Pe. Manuel da Nóbrega, por exemplo, onde quer que se construa uma passarela, haverá um transeunte interessado nela; por que, então, não associar todos os pórticos a passarelas?

Estão feitas aqui algumas provocações. A grande verdade é que a implantação de passarelas tem sido relegada a plano secundário, entre nós, entre outras razões devido ao argumento de que pessoas não as utilizam. É claro que se necessita educar e punir os transgressores; dificultar-lhes, também, a travessia pela pista. Mas há de se notar que aqueles que mais necessitam da passarela, devido a condições físicas ou à idade, justamente as que correm maior risco, são os que mais a utilizam.

Um filme feito na Raposo Tavares, no ano de 85 ou 86, mostrava uma senhora que, com seu vira-latas ao lado, tentava atravessar a pista junto a uma passarela. Em dado momento, o cachorro desistiu da aventura e valeu-se da passarela; a senhora continuou esperando a oportunidade entre os carros...

6.3. CERCAS E ALAMBRADOS

Um dos graves problemas das rodovias brasileiras é o acesso fácil de pessoas e animais às pistas. Em muitas estradas o acesso de pessoas é até autorizado, pelo Código de Trânsito Brasileiro; mas nenhuma tem proteção contra a invasão de animais. Isto nos tem permitido dizer, enfaticamente, que nenhuma rodovia brasileira tem o padrão de segurança daquelas do primeiro mundo.

O número de pessoas acidentadas e mesmo mortas, por haverem atropelado, com seus veículos, um boi ou um cavalo na pista, não é nada desprezível. Também o número de acidentes ocasionados nas pistas por pequenos animais que desviam a atenção e o curso dos motoristas é bastante significativo.

A solução para esses problemas é a cerca ao longo dos limites da faixa de domínio, dos dois lados, como se fazia no passado. Hoje é raro ver a estrada cercada, até porque, dizem os responsáveis, o material é roubado. Na verdade, tem faltado fiscalização, o que poderá se inten-

sificar, doravante, pelo menos nas rodovias concedidas, que são as de maior densidade de tráfego e maior velocidade de circulação.

Quando da construção da Via dos Imigrantes, a DERSA cercou as pistas com alambrados plastificados, no limites da faixa de domínio. Foi incontrolável o roubo, até por que a empresa não preparara uma fiscalização apropriada para isso.

Mais ou menos na mesma época, o DNER se preocupou em impedir a travessia de pedestres pelas pistas da Rodovia Presidente Dutra, nos trechos onde havia passarelas. Optou por colocar alambrados no canteiro central, como forma de economizar o material que deveria ser, a rigor, colocado às margens da pista. Mas também era difícil adotar esta última solução, uma vez que era permitido às pessoas transitar pelos acostamentos. E, finalmente, diziam os engenheiros, os eventuais depredadores do alambrado ficariam muito mais expostos à fiscalização, no canteiro central.

Também ai a experiência durou pouco. A cada noite, aparecia um novo corte nos arames, abrindo uma passagem. Foi quando ocorreu a idéia de aplicar tela soldada, feita com fios de alta resistência e galvanizados a quente.

Sugeri, então, que se desse mais um passo: se estudasse um distanciamento entre os fios verticais que permitisse à tela atuar, também, como elemento anti-ofuscamento. Coube ao Instituto Mauá de Tecnologia efetuar o estudo luminotécnico e de corrosão acelerada, para atingir os objetivos do anti-ofuscamento e da resistência à intempérie, pois o próprio fabricante não tinha a experiência de soldar os fios zincados.

A experiência foi muito bem sucedida, tendo sido obtida uma tela de múltipla função, muito difícil de ser cortada, pois o aço especificado foi o CA-50.

Para completar o estudo, desenvolvemos um sistema de sustentação da tela utilizando perfis abertos de aço, zincados, em que a tela é parafusada com os mesmos elementos de parafusamento das defensas, para aproveitar um material já desenvolvido. Tal concepção permitiu aplicar centenas de metros de alambrados por dia, com uma só equipe, aproveitando o fato muito favorável de ser a tela fabricada em processo contínuo e fornecida em rolos.

A colocação de cercas e/ou alambrados nas pistas não oferece, enfim, qualquer dificuldade técnica; eventual-



mente exige fiscalização quanto à sua conservação, como faz qualquer fazendeiro que deseje delimitar a sua propriedade. Aliás, exigir dos proprietários de terras lindeiras que cerquem as suas propriedades é um passo importante.

O que tem faltado é a decisão de investir nesse equipamento, que parece ser acessório, mas,

na verdade, condiciona a velocidade de circulação e, com isso, a própria capacidade da via. Por outro lado, evita acidentes – leves ou graves – que representam certamente custos maiores do que o da sua implantação.

6.4. BALANÇAS/PESAGEM

O controle de peso dos veículos de carga e dos ônibus que circulam nas rodovias brasileiras é absolutamente indispensável. Veículos que excedem os limites legais de peso, não só deterioram o pavimento, (é fácil notar em estradas com mais de uma faixa de rolamento por sentido que a da direita, onde rodam os caminhões, tem seu pavimento sempre em pior estado que os demais) como comprometem a segurança de todos os usuários da rodovia.

Um veículo com carga em excesso não tem as mesmas condições de frenagem que um veículo menos carregado; tem grande chance de se desgovernar por estouro de um pneu; maior possibilidade de tombamento em curvas, pois seu sistema de suspensão também não estará atuando de forma eficiente e adequada.

Desta forma, o veículo com sobrecarga prejudica não só o contribuinte que pagará a conta da recuperação do pavimento e das obras de arte, através de impostos ou pedágios, como as condições de segurança da rodovia.

O Código Nacional de Trânsito brasileiro fixa, através de limites estabelecidos pelo CONTRAN, os pesos e as dimensões dos veículos que transitam nas rodovias brasileiras.

O excesso de peso será medido por equipamento de pesagem ou pela verificação de documentos fiscais. No caso da verificação por equipamentos, estes deverão ser aferidos de acordo com a metodologia e na periodicidade estabelecidas pelo CONTRAN, sendo credenciado pelo órgão ou entidade de metrologia legal.

Atualmente, conta-se com modernos sistemas para controle de pesos de veículos que, além da pesagem e sua respectiva classificação, permitem também outros tipos de controles como, por exemplo, de excesso de altura. Preocupados em impactar o mínimo possível no fluxo de veículos, controles alternativos foram desenvolvidos, como a “Pesagem Dinâmica de Veículos” que consiste basicamente em detectar e selecionar rapidamente os veículos que estão legalmente carregados, isto é, peso em quadrado dentro das normas, daqueles que apresentam sobrecargas. Trata-se de um sistema em que os veículos não precisam parar, movimentando-se sobre placas especiais que detectam os pesos de cada eixo individualmente. A parada dos veículos, para a pesagem estática, dar-se-á nos casos de sobrecarga ou violação da segurança.

Vale lembrar que o administrador da rodovia e o policiamento deverão estar sempre alertas para alguns “subterfúgios” utilizados por motoristas. Em casos onde a pesagem será feita em balança fixa, esta deverá estar localizada em lugar onde não existam rotas alternativas, não permitindo assim que o motorista saia da rodovia pouco antes e retorne poucos quilômetros depois da balança.

Outro fato comum é do motorista que, não querendo pagar pedágio por todos os eixos do caminhão, levanta o “eixo suspenso” pouco antes das praças do pedágio, voltando à posição original adiante. Isto ocorre, naturalmente, em locais onde é dispensado o pagamento de tarifa sobre as rodas que não estiverem no solo.

Com a utilização de equipamentos cada vez mais sofisticados para a pesagem, a administra-

ção das rodovias e o policiamento têm ao seu dispor uma série de felicidades agregadas ao equipamento que permitem que, além da função “pesar”, sejam integrados outros tipos de controles e medições, como, por exemplo, velocidade do veículo, armazenando os dados estatísticos, emissão automática do auto de infração, controle de arrecadação, rastreamento de veículos, sensores ambientais que indicam temperatura, neblina, umidade, etc.

Assim, é de grande valia o controle de peso dos veículos de carga, pois o seu excesso só causa prejuízos, seja para a rodovia, seja para a segurança do usuário, seja para o próprio proprietário, que terá um enorme acréscimo no custo de manutenção de seu veículo.



6.5. CARGAS PERIGOSAS

O número de acidentes com veículos transportando produtos perigosos é relativamente pequeno, quando se tem por base o total de acidentes ocorridos. Porém, pelo risco a que ficam expostas a população e o meio ambiente, a matéria merece atenção especial.

Segundo os dados da concessionária Nova Dutra, colhidos em final de 1996, 5,3% da frota de veículos de carga que trafegaram em sua rodovia transportavam carga perigosa. Grande parte desses veículos não portava a documentação necessária (apenas 39% deles apresentaram a ficha de emergência em envelope de transporte completo), dificultando a ação das autoridades em socorro a um eventual acidente.

Esta pesquisa mostrou ainda que apenas 23% dos motoristas que trabalham com cargas perigosas são jovens, com menos de 35 anos, sendo responsáveis, porém por quase 40% dos acidentes ocorridos com elas. Isto mostra que a responsabilidade e prudência normalmente característica de pessoas mais maduras, são fatores importantes na diminuição destes acidentes.

São considerados produtos perigosos àqueles que possam causar danos à saúde e/ou ao

ambiente, por suas características físico-químicas. Enquanto embalados, manuseados e transportados de maneira adequada, estes produtos não apresentam perigo.

Para o transporte destes produtos existe regulamentação específica, aprovada através do decreto 96.044 de 18/05/1988, que estabelece regras e procedimentos para quem deseje transportar, por via pública, produtos que representem risco à saúde da população, à segurança pública e ao meio-ambiente. Estas regras e procedimentos incluem exigências, desde as condições dos veículos e equipamentos utilizados no transporte, até os procedimentos a serem adotados em caso de acidente. De forma resumida, as exigências são as seguintes:

- Os veículos e equipamentos utilizados deverão possuir rótulos de risco e painéis de segurança específicos, retirados após o término da operação;

- Os veículos deverão ser fabricados de acordo com a norma brasileira (assim como os equipamentos do tipo contêineres e outros) e portar os equipamentos para situações de emergência, sendo atestada a sua adequação pelo INMETRO ou entidades por ele credenciada. O INMETRO será responsável ainda pelas vistorias periódicas, feitas no mínimo a cada três anos, exceto nos casos de acidentes envolvendo o veículo ou equipamento, que deverá ser vistoriado antes de retornar à atividade;

- No transporte de produtos perigosos a granel, o veículo deverá ter sua velocidade controlada por tacógrafo;

- Os produtos transportados devem estar acondicionados e rotulados de forma adequada, sendo responsáveis por estas providências o expedidor ou o importador de tal produto. Estes produtos nunca deverão ser transportados juntamente com animais, alimentos, medicamento e outros produtos destinados ao consumo humano ou animal ou ainda qualquer outra carga, salvo se houver compatibilidade entre eles, não apresentando risco potencial de qualquer acidente (explosão, formação de mistura tóxica, etc.) no caso de um eventual contato entre eles. Os tanques destinados ao transporte de cargas perigosas não poderão transportar outros produtos para uso humano ou animal;

- O veículo que transportar carga perigosa deverá escolher itinerário adequado, evitando tráfegar em áreas densamente povoadas ou de proteção de mananciais, reservatórios de água ou de reservas ecológicas ou próximo delas e respeitando as restrições de horário de circulação impostas pelos órgãos competentes. O DNER deverá ser informado anualmente pelos expedidores de cargas perigosas sobre o fluxo de transporte desses produtos, assim como a sua classificação, colocando estas informações à disposição dos organismos de meio ambiente, defesa civil e entidades com jurisdição sobre a via;

- O veículo só poderá estacionar em local previamente determinado pelas autoridades competentes. Em casos de emergência ou impossibilidade de movimentação do veículo por defeito mecânico, seu condutor deverá sinalizar o local e mantê-lo sob vigilância. Somente em caso de emergência o veículo poderá parar ou estacionar nos acostamentos das rodovias;

- O condutor e todo o pessoal envolvido na operação de transbordo de produtos perigosos a granel deverá receber treinamento específico e utilizar roupa adequada para tais operações;

- O veículo deverá ser inspecionado cuidadosa e periodicamente pelo transportador antes de mobilizá-lo. Durante a viagem, o condutor passa a ser o responsável por tais inspeções, interrompendo a viagem e comunicando à transportadora ou às autoridades fatos que modifiquem a condição de partida e que coloquem em risco pessoas e ambiente;

- Além dos documentos necessários a qualquer transporte, o veículo que estiver transportando produto perigoso deverá portar certificado para o transporte de tal produto expedido pelo INMETRO ou certificado internacional, documento fiscal do produto transportado contendo número e nome para o embarque, classe e sub-classe do produto, declaração do expedidor de que o produto está adequadamente acondicionado e ficha de emergência e Envelope para o Transporte, de acordo com as normas brasileiras específicas;

- Quando o transporte oferecer risco por demais elevado, em função das características do caso, será tratado como caso especial, devendo ser completamente programado com a participação do expedidor, do contratante do transporte, do transportador, do destinatário, do fabricante ou importador e das autoridades com jurisdição sobre a via responsáveis pelo meio ambiente. O acompanhamento técnico e viaturas necessárias deverão ser fornecidos preferencialmente pelo produtor/importador do produto;

- Em casos de acidente, o condutor adotar as medidas indicadas na Ficha de Emergência e no Envelope para o Transporte, dando ciência do fato à autoridade de trânsito mais próximo, que determinará ao expedidor ou ao fabricante do produto a presença de técnicos especializados. O contrato de transporte deve designar quem suportará as despesas decorrentes desta assistência. Na sua omissão, será responsabilidade do transportador. Tanto o fabricante quanto o expedidor, o transportador e o destinatário deverão dar apoio e prestar os esclarecimentos solicitados pelas autoridades.

A legislação trata ainda das responsabilidades de cada um dos envolvidos neste tipo de transporte, desde as exigências e penalidades aos fabricantes do equipamento destinado ao transporte bem como ao contratante, expedidor e destinatário.

Em caso de acidente envolvendo veículo de transporte de produto perigoso, as providências a serem tomadas diferem, conforme o tipo de produto que está sendo transportado. A Organização das Nações Unidas (ONU) adota o seguinte sistema de classificação para estes produtos:

- **Classe 1** – Explosivos – exemplo: dinamite.
- **Classe 2** – Gases comprimidos, liquefeitos, dissolvidos sob pressão ou altamente refrigerados – exemplo: cloro.
- **Classe 3** – Líquidos inflamáveis – exemplo: gasolina.
- **Classe 4** – Sólidos inflamáveis, substâncias sujeitas à combustão espontânea e substâncias que, em contato com a água emitam gases inflamáveis – exemplos: fósforo vermelho; sódio.
- **Classe 5** – Substâncias oxidantes; peróxidos orgânicos – exemplos: clorato de soda; peróxido de sódio.
- **Classe 6** – Substâncias tóxicas; substâncias infectantes – exemplo: pesticidas a base de mercúrio.
- **Classe 7** – Substâncias radioativas – exemplo: hexafluoreto de urânio.
- **Classe 8** – Substâncias corrosivas – exemplo: ácido sulfúrico.
- **Classe 9** – Substâncias perigosas diversas – exemplos: ácido acético; cloreto de alumínio.

Independente da substância transportada, alguns cuidados devem ser tomados em caso de acidente envolvendo estes produtos, como manter-se a distância segura, permanecer de costas para o vento, para evitar a inalação de fumaça ou gases e contatar as autoridades informando, se possível, os dados disponíveis nos painéis de segurança (placa laranja fixada nas laterais, traseira e dianteira do veículo) e rótulos de risco, também afixados ao veículo.

Em síntese, os acidentes rodoviários com cargas perigosas, embora ocorram com frequência pequena (em 1996 foram 112, no Estado de São Paulo), são potencialmente graves, sobretudo quando deles resultam contaminações do meio ambiente que afetam a comunidade local. Por isso, transportadores e organismos rodoviários devem dar atenção que o assunto requer e a legislação impõe.

7. ATENDIMENTO AO USUÁRIO

A prestação de serviços ao usuário das rodovias é uma exigência crescente do mundo moderno e que tem sido facilitada com a melhoria das comunicações ao longo dos percursos. No capítulo seguinte, o leitor verificará como são fartas, hoje, as informações que podem ser colhidas e transmitidas aos usuários, facilitando a sua viagem.

É possível, por exemplo, informar o usuário quanto às condições de tráfego na estrada, assim como a respeito das previsões meteorológicas; é possível informar-lhe a cerca de outras estradas ou outros modos de transporte que façam parte do seu percurso; é até possível localizar o usuário que se encontre parado, sem saber exatamente em que trecho está, através de sua ligação por telefone celular, à central de operação.

Outro tipo de informação ainda não praticado em nossas estradas diz respeito à “central de fretes”, que permitiria a um transportador de carga saber onde encontrar um cliente para o chamado “frete de retorno”. A grande maioria dos caminhões que circulam está em mãos de transportadores autônomos, que não tem organização comercial para captar clientes, preenchendo a sua disponibilidade de transporte na ida e na volta. O sistema rodoviário poderia lhes oferecer esse serviço, impostos ao longo de seu percurso.

Mas, finalmente, é importante referir os serviços de **assistência mecânica** e **assistência médica**, que vem sendo implantados nas rodovias concedidas, mas que são prestados, de longa data, nas estradas da DERSA. Desde a década de 70 esses serviços foram organizados na DERSA, ao mesmo tempo em que os eng^m Cláudio Jacoponi e José Luiz Vieira ⁽¹⁾, juntamente com o médico traumatologista Gulielmo Mistrorrigio, tentaram como voluntários e com enorme dificuldade e, finalmente, sem apoio adequado, organizar um atendimento médico em outras estradas de São Paulo. Chegaram a ter uma ambulância completamente equipada, mas que foi destruída em acidente pouco depois.

No ano de 1996, a DERSA fez os seguintes atendimentos, nos seus sistemas Anchieta – Imigrantes, Anhanguera – Bandeirantes e Trabalhadores:

Primeiros Socorros	9.217
Serviço de Socorro Mecânico	55.774
Serviço de Guincho	52.530
Serviço de Inspeção de Tráfego	131.731
Total	249.252

7.1. SOCORRO MECÂNICO

O socorro mecânico é um serviço que interessa diretamente ao usuário, mas indiretamente a todos. Com efeito, a desobstrução rápida da pista assegura a fluidez do tráfego. Poucos se dão conta dos custos gerais, com perda de tempo e consumo de combustível, que o conjunto dos

⁽¹⁾ José Luiz Vieira escreveu, no período de 1971 a 1974 importante série de artigos sobre segurança no trânsito, para o “O Estado de São Paulo”.

usuários suporta, quando um acidente ou defeito de veículo obstrui a circulação.

Entretanto, é necessário que o policiamento rodoviário atue energeticamente, em alguns casos, forçando os usuários a adquirirem a necessária educação para o tráfego. Por exemplo, no mês de setembro de 98 a concessionária Vianorte atendeu 384 casos de socorro mecânico, dentre os quais 17,19% foram devidos a falta de combustível e 10,16% devidos a conserto ou troca de pneus. E um dos socorridos por falta de combustível, queria, ainda, que o seu carro fosse levado até a casa dele...

A lei prevê punição para as paralisações por falta de combustível e prescreve a retirada de circulação de veículos com pneus gastos (equipamentos fora de especificação). É preciso ser rigoroso na punição desses casos.

Também se prevê que os veículos não devem transitar com má conservação. E é ela que causa a maior parte das paralisações por defeito mecânico e elétrico. Observa-se, na estatística de atendimentos da DERSA, que 43,5% dos atendimentos efetuados em 1996, somando 108.300 casos, se deverão a veículos com problemas. Na estatística mencionada, da Vianorte, 49,4% dos atendimentos foram devidos a socorro mecânico e guincho.

Na Alemanha, veículos que param nos acostamentos por falta de combustível ou para trocar pneus, estando eles gastos ou faltando a roda de reserva, têm os seus motoristas inapelavelmente multados.

Outra prescrição legal se refere ao motorista alcoolizado. Certamente, o controle rigoroso da bebida fará reduzir-se o número de acidentes e, conseqüentemente, de atendimentos emergenciais.

7.2. SOCORRO MÉDICO

O socorro médico, embora nas estatísticas sejam em número muito menor do que os socorros mecânicos (felizmente!), é que tem um caráter muito especial, na medida em que salva vidas e evita mutilações e seqüelas desnecessárias. Anos atrás se constatou, na Alemanha, que 30% das pessoas mortas em acidentes de trânsito poderiam ter sido salvas se tivessem recebido auxílio médico especializado a tempo.

À mesma época, praticamente, verificou-se na Inglaterra que 25% das pessoas mortas no trânsito faleceram no intervalo de tempo entre o acidente e a sua chegada no hospital. Também



se constatou que 43% de todas as vítimas fatais de acidentes de trânsito, de um determinado grupo de pesquisa, poderiam ter sido salvas se tivessem recebido assistência médica correta nos primeiros 10 minutos após o acidente. Devido a isso, registros canadenses deram conta de mortalidade nas zonas rurais quatro vezes maior do que nas regiões urbanas, onde a obtenção de as-

sistência médica era mais rápida.

Nesse sentido, é alvissareiro observar que as concessionárias rodoviárias estão implantando unidade de socorro médico em todas as suas estradas e com elevado nível de aparelhamento e de profissionais especializados. A empresa Triângulo do Sol, por exemplo, já atua com três ambulâncias, aparelhadas para um bom atendimento local, mas pretende chegar a nove desses veículos. Em 18 meses quando, então, o socorro médico poderá ser feito em 10 minutos. Mesmo hoje, com um número menor de ambulâncias, a empresa constata uma redução do número de vítimas fatais. Oxalá ela consiga reduzir o prazo de obtenção dos equipamentos faltantes.

No trecho de 402 km entre São Paulo e Rio de Janeiro, gerenciados desde 1º de março de 1996 pela “Nova Dutra”, são distribuídas 11 bases operacionais que, segundo a empresa, foram instaladas estrategicamente ao longo da rodovia “Dutra”. O serviço, que funciona 24 horas por dia e é chamado SOS Usuário, registrou, até dezembro de 1998, 30.534 ações de socorro médico e resgate na rodovia.

Para concluir este capítulo, vale registrar as estatísticas de ocorrências feitas por duas das novas concessionárias do Estado de São Paulo, a Vianorte, com 13 meses computados até março de 99 e o Triângulo do Sol, com 10 meses anotados até o mesmo mês de março. A primeira delas indica a prestação de 6.897 socorros mecânicos e de 866 atendimentos a acidentes. Desses acidentes, 396 foram sem vítima e 470 com vítimas, resultando 539 feridos e 47 mortos.

No tocante as estatísticas da Triângulo do Sol, houve 14.483 ocorrências atendidas, dentre as quais 585 foram com animais. Ocorreram 997 acidentes, sendo 603 sem vítimas e 394 com vítimas, resultando 547 feridos e 58 mortos.

Tais informações nos permitem constatar enorme demanda de atendimentos em todas as suas categorias, não só demonstrando o elevado nível de acidentes e de sua gravidade, como também a exagerada ocorrência de problemas com os veículos e de presença de animais nas pistas. As rodovias da Vianorte compreendem cerca de 400 km de vias simples e as da empresa Triângulo do Sol compreendem aproximadamente 620 km. As vias duplas foram segregadas em duas simples para efeito de comparação.

8. GERENCIAMENTO E CONTROLE DE TRÁFEGO

8.1. INTRODUÇÃO

Denominam-se Sistemas de Gerenciamento e Controle de Rodovias os sistemas que gerenciam e controlam diversos serviços e equipamentos com o objetivo de permitir um fluxo seguro, racional e veloz de veículos nas rodovias.

Basicamente, estes sistemas podem ser compostos por diversos equipamentos e programas, salientando-se dentre os principais:

- Centro de Controle Operacional (CCO) – Unidade Central;
- Sistemas de Monitoramento e Controle de Tráfego por Vídeo (Circuitos Fechados de TV);
- Registradores de Infrações;
- Painéis de Mensagens Variáveis;
- Detetores de Veículos;
- Analisadores de Tráfego;
- Mecanismos para Controle de Túneis, Pontes e Viadutos;
- Sistemas de Controle de Pedágio;
- Sistemas de Controle de Velocidade – Radares;
- Sistemas de Telefonia de Emergência (Call Box);
- Estações Meteorológicas para Rodovias;
- Programas para Simulação de Tráfego Rodoviário;
- Rede de Comunicação.

É importante observar que o conhecimento e controle das tecnologias de comunicação e da informática permitem o desenvolvimento dos sistemas de gerenciamento de tráfego ou tecnologias de tráfego inteligente, incluindo Sistemas de Informações Geográficas – SIGs – que cruzam vários bancos de dados internos e externos ao sistema da rodovia e produzem as recomendações de medidas a serem tomadas através do CCO.

8.2. TELEMÁTICA APLICADA AO TRÁFEGO

A palavra telemática é derivada da combinação das palavras telecomunicação e informática. Por trás desta ferramenta aplicada ao tráfego, encontram-se equipamentos (hardwares) e programas (softwares) para a compilação, processamento e transmissão das informações relacionadas ao tráfego. É aí que se encontra o conceito de administração de tráfego.

Pode-se dizer que os principais objetivos da telemática aplicada ao tráfego são:

- Prevenir os problemas de trânsito que podem ser evitáveis;
- Deslocar os problemas não passíveis de prevenção;
- Adequar o trânsito para que ele se torne o menos ofensivo possível ao meio ambiente, pela diminuição dos congestionamentos e redução dos tempos de viagem (e conseqüentemente do stress no qual o usuário é submetido).

Com relação as informações necessárias e direcionadas aos usuários, para que os objetivos relacionados à segurança sejam atingidos, elas podem ser divididas em dois grupos:

- Informações fornecidas anteriormente ao início da viagem. Podem ser direcionadas via rádio, telefone, Internet, etc.;
- Informações fornecidas no decurso da viagem. Podem ser direcionadas por painéis de mensagens variáveis, terminais de informação localizados na estrada, via rádio, via operador de tráfego, etc.

Ainda com relação às informações, sua transmissão pode ser direcionada tanto individualmente, ao próprio usuário, quanto coletivamente, a uma determinada população.

Para a coleta das informações podem ser utilizados equipamentos estacionários, através de ultra-som, infravermelho, laços magnéticos, imagem, etc., ou técnicas móveis, como observação aérea ou o emprego de veículos de medição, chamados de “floating-cars”. Estas informações são então enviadas para a unidade central (Centro de Controle Operacional), onde são processadas e transmitidas para as fontes de informação dos usuários, como mencionado acima, ou arquivadas para posterior uso. Vale mencionar que, em alguns casos, estas informações podem ser, além de enviadas para o Centro de Controle Operacional, processadas por unidades móveis e enviadas, por estas mesmas unidades, para os usuários.

8.3. CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL (CCO) – UNIDADE CENTRAL

Estes centros possuem a função do controle de todo o sistema e seus equipamentos, sejam eles hardwares ou softwares, incluindo:

- A função de monitoramento do funcionamento destes equipamentos, podendo detectar ou receber informações de sua programação ou também de falhas ou anormalidades;
- A função de programação completa ou parcial destes equipamentos;
- A recepção de dados ou programas de unidades móveis ou das bases;
- Operar o SIG e distribuir as informações e recomendações geradas.

Tanto em CCOs quanto em bases locais, programas são desenvolvidos para que através de computadores e ambientes amigáveis (programas amigáveis) as informações possam ser administradas e depois direcionadas para os locais de interesse. A integração dos diversos equipamentos e informações é proporcionada pelo que podemos chamar de “Sistemas de Integração” (Rede de Comunicação), que são os equipamentos (meios para a transferência das informações, como cabos, rádio, etc.) e programas próprios (protocolos de comunicação, programas especiais de comunicação entre diferentes equipamentos, etc.) para a integração do sistema e centralização dos diversos bancos de dados no SIG, de onde emanarão as informações para a preparação e comando das providências a serem tomadas, tais como o envio dos textos dos painéis móveis, o ajuste geral do sistema, o diagnóstico e monitoramento do tráfego por vídeo, o recebimento e procedimento de chamadas por sistemas de telefonia de emergência, o armazenamento e compilação de dados, a elaboração de estatísticas, etc.

8.4. SISTEMAS DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE TRÁFEGO POR VÍDEO (CIRCUITOS FECHADOS DE TV)

Estes sistemas permitem o monitoramento ao vivo (e em “full motion”), a identificação de incidentes, ou ainda podem ser utilizados como detetores de veículos. São compostos por vários equipamentos, como: matriz controladora, câmeras, controladores das câmeras, monitores, vídeos cassetes (VCR), etc.

Os sistemas de monitoramento e controle por vídeo podem ser utilizados para assistir os responsáveis na identificação rápida e na localização precisa do problema, ativando o plano necessário para a solução, seja equipes de socorro, informações em painéis de mensagens variáveis, etc.

Outra utilização para o sistema é a detecção, classificação, verificação de volume e distância entre veículos e controle de velocidade, etc. A imagem fornecida pela câmera, monitorando o tráfego, é utilizada como “input” no sistema de detecção de veículos, fornecendo basicamente as mesmas informações observadas adiante, no item Detetores de Veículos – Coleta de Dados. Esta detecção de veículos ocorre pela determinação de “linhas” programadas na própria imagem de vídeo. A passagem de veículos por estas “linhas” aciona a leitura das informações.

Estes sistemas podem também ainda monitorar áreas de segurança, como pedágios, etc.

Várias câmeras possuem capacidade para “zoom” e visibilidade de 360°.

8.5. REGISTRADORES DE INFRAÇÕES

São equipamentos desenvolvidos para registrar as imagens obtidas pelas câmeras, dos diferentes tipos de infrações cometidas. Possuem a capacidade de registro de diferentes infrações. As imagens são gravadas por tecnologia digital e permitem vários tipos de configuração, como por exemplo, a determinação de diferentes velocidades para cada pista da rodovia. Podem ainda ser utilizados como banco de dados estatísticos, proporcionando a confecção de relatórios.

8.6. PAINÉIS DE MENSAGENS VARIÁVEIS – SINALIZAÇÃO VERTICAL VARIÁVEL

Com relação às tecnologias novas com o objetivo de prevenção e/ou informação e/ou controle, os sistemas de mensagens variáveis representam uma grande evolução, principalmente pela possibilidade de veiculação de informações de maneira rápida e funcional.

Estes sistemas se mostram de muita utilidade quando usados para orientação, advertências, informações e mesmo mensagens institucionais aos usuários, proporcionando mais rapidez,



principalmente em situações de emergência e informações orientativas. Podem informar sobre acidentes, neblina, limites de velocidade, sobre tráfego e sobre o tempo, além de sugerir rotas alternativas através dos painéis, ou ainda, sobre locais de perigo. Podem, desta forma, diluir um eventual congestionamento ou mesmo impedir que ele se forme. As condições e situações específicas, desta maneira, vão ser melhor controladas, proporcionando melhores informações ao motorista e permitindo maior segurança.

As mensagens / informações podem ser programadas e enviadas por rádio, por cabo, por telefones celulares, ou localmente, através da conexão de um computador ou outro aparelho eletrônico específico para esta finalidade. Além disso, podem ser compostas automaticamente, a partir de dados de chegada; é assim que transmitem informações relativas à velocidade permitida, em função do volume de tráfego medido no momento.

Os Painéis podem ser divididos em:

- **Painéis Eletrônicos Gráficos**, que podem ser de dois tipos:
 - a) Módulos inteiros maiores onde os vários caracteres, formando palavras ou números, são mostrados no mesmo módulo;
 - b) Módulos construídos através de pequenos “tijolos”, formando módulos maiores, que também permitem a construção de vários caracteres;
- **Painéis Eletrônicos Alfanuméricos**: Pequeno módulos onde apenas um caracter (numérico ou alfanumérico) é mostrado por vez. Tem-se a necessidade de vários pequenos módulos para a construção do painel, ou a utilização de apenas um módulo. Podem ser fornecidos com uma seção gráfica desenvolvida para a complementação deste painel, sendo esta seção montada na mesma armação e lateralmente à esquerda ou à direita do painel alfanumérico.

Estes painéis possuem tecnologia a LED (diodo emissor de luz de alta intensidade, que chegam a durar até 100 mil horas, reduzindo o custo da manutenção), permitem a edição de cores, diferentes tamanhos de letras, números e símbolos, possibilitam efeitos de rolagem (scroll) do texto e ainda o controle automático da luminosidade em função do ambiente. Podem possuir, também, rotinas de diagnóstico identificando falhas no equipamento ou LEDs, o que também facilita a manutenção.

Os painéis de mensagem variável podem ser montados sobre vários tipos de estruturas, fixas ou móveis, como pórticos, postes especiais, ou sobre “trailers” ou outros tipos de veículos. Sua alimentação pode ocorrer por rede elétrica comum, por baterias ou ainda por painéis solares.

Estes sistemas têm como principal vantagem permitir uma comunicação mais eficiente junto aos usuários.

8.7. DETETORES DE VEÍCULOS – COLETA DE DADOS

São equipamentos eletrônicos destinados a coletar o fluxo de veículos e a taxa de ocupação de uma via ou ainda utilizados na pesagem de veículos em movimento. Estes equipamentos podem também classificar os veículos em categorias de velocidade e de comprimento, fornecer a distância média entre veículos, a concentração de veículos por quilômetro, etc., baseado-se no emprego de sistemas de laços detetores indutivos (loops), de sensores por fios (piezoelétrico) ou tubos, de sensores por trilhos nas faixas de rolamento ou ainda sensores magnéticos (microondas ou ultra-som).

Com relação a estes laços detetores, ou sensores, eles podem ser de vários tipos:

- Modelos para colocação ainda sobre o asfalto quente ou sob uma camada de asfalto;
- Modelos para colocação em pavimento de concreto;
- Modelos para colocação em diversos tipos de piso, inclusive podendo ser uma colocação temporária “externa” ao piso.

Vale observar que, sobre qualquer tipo de laço detentor ou sensor, é colocada uma camada de asfalto emborrachado, para permitir a necessária flexibilidade.

No caso de trilhos sensores, estes possuem uma aplicação mais específica, como por exemplo, em praças de pedágio.

Outra tecnologia de detecção ocorre através da captação dos sons produzidos pelos veículos que passam. Estes aparelhos (microfones) podem ser montados acima das rodovias, nos viadutos, estruturas de sustentação de sinalização ou iluminação.

Ainda outra tecnologia para a detecção de veículos ocorre pelo sistema de “tagging” (tarja magnética), utilizada para controlar veículos específicos, incluindo a monitoração dos seus movimentos. Este sistema funciona através do uso de uma “tarja” de identificação colocada no veículo, a qual aciona eletronicamente um aparelho de leitura colocado nos pontos de interesse.

8.8. ANALISADORES DE TRÁFEGO (CONTADORES / CLASSIFICADORES)

Trata-se de equipamento que recebe as informações dos detetores de tráfego e que realiza a contagem, a classificação, a verificação da velocidade, da distância e intervalos de tempos entre veículos (taxa de ocupação), do peso, etc. Compõe-se de receptores, processadores e armazenadores e também distribuidores das informações obtidas pelos detetores de tráfego.

Estes aparelhos possuem também funções diretamente relacionadas à segurança, pois podem detectar incidentes, medir o fluxo de tráfego, advertir sobre possíveis congestionamentos, assim como acionar alarmes para excesso de velocidade ou de uso indevido de pistas ou incidentes, além de poderem ser programados para outros fins.

Vale ressaltar que alguns fabricantes fornecem estes aparelhos com opção de alimentação por baterias solares.

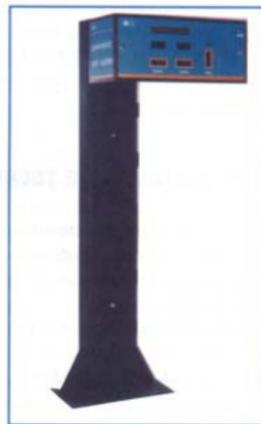
8.9. MECANISMOS PARA CONTROLE DE TÚNEIS, PONTES E VIADUTOS

Túneis nada mais são do que ruas ou estradas cobertas mas, apesar disto, dispensam atenção especial, com requisitos próprios de segurança, assim como pontes e viadutos também necessitam de atenção específica. Casos como acidentes, incêndio, congestionamentos ou necessidades de reparos para manutenção, exigem recursos de comando e controle adequados as situações específicas. Nestes casos, câmeras (internas nos casos de túneis) para monitoramento devem ser colocadas, assim como painéis de mensagens variáveis devem ser alocados logo nas suas entradas, permitindo a coordenação correta do fluxo de veículos através de informações rápidas ao motorista, trazendo maior segurança ao usuário.

8.10. SISTEMAS DE CONTROLE DE PEDÁGIOS

Estes sistemas são um conjunto de ferramentas integradas utilizadas para o controle e o gerenciamento da arrecadação e do tráfego nas praças de pedágio.

Eles permitem desde a classificação e o registro dos veículos quando estes passam por uma cabina de cobrança, até todo o controle da parte financeira e contábil.



Tem-se hoje no mercado, além dos sistemas convencionais, sistemas que permitem o pagamento automático (pedágio eletrônico), permitindo um fluxo mais rápido, melhorando o escoamento do tráfego e auxiliando na redução de congestionamentos. No caso de controle por sistemas magnéticos / eletrônicos que são chamados “Sistemas de Identificação Automática de Veículos – AVT”, as operações de pagamento podem ser por pré-pagamento, pós-pagamento ou pagamento via boleto ou débito em conta-corrente ou cartão de crédito. Há no Brasil, hoje, um grande empenho em automatizar os pedágios, mas utilizando tecnologias que compatibilizem os sistemas implantados nas várias rodovias.



8.11. SISTEMAS PARA CONTROLE DE VELOCIDADE – RADARES

Pesquisas e dados estatísticos, já por muitos anos, demonstram que velocidades inadequadas representam uma das principais causas dos acidentes. Os sistemas para controle de velocidade podem contribuir também para diminuir o índice de acidentes, melhorando a segurança.

São sistemas compostos basicamente por aparelhos de radar, processadores de informação, câmeras fotográficas comuns ou digitais. Possuem mecanismos de alarme para aviso.

Estes sistemas funcionam pela detecção da velocidade do veículo pelo radar, o qual envia as informações para um computador que determina se, e qual, veículo, deve ser fotografado.

8.12. SISTEMAS DE TELEFONIA DE EMERGÊNCIA (CALL BOX)

Estes sistemas são projetados para auxiliar os usuários através de diversos “postos” ao longo da rodovia, normalmente a cada quilômetro, sendo um para cada lado da rodovia. Contém basicamente os postos de comunicação e os equipamentos de gerenciamento das chamadas e seus programas.

Permitem a operação em viva-voz, dos pontos onde estão instalados os aparelhos até uma base local ou CCO, de onde as chamadas são gerenciadas e os auxílios ou socorros necessáriosacionados. Permitem a identificação automática da localização do chamador.

Podem ser operados por cabo ou por rádio.

Permitem a conexão e gerenciamento de outros equipamentos, pelo seu sistema de comunicação e controle, tais como painéis de mensagem variável, câmeras, balanças, etc.

8.13. ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS PARA RODOVIAS

Estas estações monitoram sensores de chuva, nível da umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento, temperatura e visibilidade. Fazem a leitura e o armazenamento destas informações, permitindo o fornecimento de informações “on line” ou para a construção de gráficos para análise.

As informações meteorológicas podem, também, provir de outros sistemas – externos – dedicados a tal informações.

8.14. PROGRAMAS PARA SIMULAÇÃO DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO

Estes programas podem ser utilizados para estudos e simulações rodoviárias, testando situações de diminuição de número de faixas, desvios de obras, bloqueios devido a incidentes, trechos com restrições de velocidades, etc. Podem também ser utilizados para aspectos como dimensionamento de rampas de acesso ou projetos de interseções rodoviárias, entre outros.

Estes mesmos programas, permitem que sejam inseridos parâmetros dos veículos, como velocidade, taxa de aceleração e desaceleração, etc. Estes valores são então computados, fornecendo os consumos diretos de energia e as emissões relativas, permitindo análises dos impactos ambientais.

8.15. REDE DE COMUNICAÇÃO

A interligação dos equipamentos, programas e pessoas, e a sua comunicação, necessita de uma rede de comunicação (quando necessária digital) para dados, voz e imagens, tendo como unidade central de controle o “Centro de Controle Operacional”. Ela pode ocorrer através de uma rede de fibras óticas, através de linha telefônica fixa ou móvel, ou ainda através de rádio, dependendo de cada caso e necessidade. É esta rede que permite um gerenciamento centralizado de toda a rodovia.

8.16. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIGs) PARA O MONITORAMENTO DE RODOVIAS

Observa-se hoje uma tendência à aplicação de Sistemas e Informações Geográficas (SIGs) a todo tipo de análise de informações que possam ser posicionadas geograficamente. Um exemplo disto são as inúmeras análises e interpretações que podem ser obtidas em questões que envolvam o mapeamento territorial. Através de um SIG podem-se relacionar geograficamente, por exemplo, cartas temáticas do meio físico (geologia, geomorfologia, pedologia etc.), do meio biótico (flora e fauna), geopolíticas (limites de municípios, estados etc.) e antrópicas (uso e ocupação dos solos). Em um SIG podem-se efetuar operações entre esses diversos tipos de mapeamento para a obtenção de diagnósticos ambientais, fragilidade dos terrenos, entre outros, ou mesmo para a elaboração de prognósticos sobre tendências de expansão da ocupação ou de recuperação de áreas degradadas, por exemplo.

Tais sistemas podem ser definidos como um conjunto composto por computadores dotados de programas específicos, desenvolvidos em um “ambiente” gráfico próprio. Esse conjunto permite a captura, edição, análise, apresentação e impressão das informações provenientes de bancos de dados gráficos e alfanumérico, no qual cada dado encontra-se devidamente georeferenciado.

Pode-se entender, assim, que o conjunto dos bancos de dados é o coração do sistema, fornecendo os subsídios para que os demais componentes funcionem a contento, produzindo os resultados esperados. Para que o sistema funcione dessa forma, é necessário que os bancos de dados sejam altamente consistentes e “arrumados” de uma forma inteligente, sob pena de prejudicar o enorme potencial de análise que o sistema como um todo permite.

O cérebro do sistema seria o ambiente gráfico no qual os programas, ou módulos, de aquisição, edição e exibição dos dados e de análises são desenvolvidos. Uma das partes mais trabalhadas e delicadas do sistema é justamente o desenvolvimento desses módulos, que devem ser *necessariamente* estudados caso-a-caso, considerando os tipos e formatos de dados disponíveis, os objetivos a serem atingidos em termos de análises necessárias e produtos que se pretende obter. Neste particular, deve ser considerada sempre a cultura do usuário, no sentido de que se deve sempre fornecer produtos que tenham uma aparência familiar à pessoa que deverá tomar as atitudes. Por exemplo, se for fornecido a um guarda rodoviário um mapa com diversos pontos a serem visitados, que apresente informações como curvas de nível, uso do solo, etc., evidentemente ele perderá mais tempo para localizar os pontos solicitados, do que se for fornecido um mapa cuja aparência seja a mesma do mapa rodoviário com o qual ele já está habituado a lidar. A não atenção a esse tipo de detalhe já levou empresas de outras áreas a

desacreditar nos SIGs, a ponto de abandonar total ou parcialmente projetos baseado nessa tecnologia, pois se o usuário for prejudicado pela introdução de uma nova tecnologia, é observada uma piora no serviço, condenando a tecnologia.

O sistema é composto, ainda, por um “hardware”, o qual, pensando-se em sua utilização para rodovias, deve ser necessariamente modular, com terminais distribuídos estrategicamente e interligados por uma rede, preferencialmente de alta velocidade, a uma central de processamento de dados que tenha a capacidade de receber, processar e analisar os dados recebidos e fornecer as alternativas para a solução de um determinado problema.

Um SIGs voltado ao sistema rodoviário deveria incorporar em seus bancos de dados as informações dinâmicas de tipo de pavimento, defensas, pontes, túneis, pedágios, uso e ocupação do solo no entorno das vias, acessos às vias e demais características e equipamentos instalados, além de ser capaz de reunir, em tempo real, informações dinâmicas, tais como volume

De tráfego, transporte de cargas perigosas, infrações, acidentes etc., a fim de analisar as situações de emergência, efetuando o cruzamento de informações dinâmicas e estáticas e indicando as melhores alternativas para a solução de um determinado problema. Essas mesmas informações dinâmicas devem alimentar os bancos de dados de forma a permitir uma constante reavaliação das condições das vias e possíveis necessidades de ações de manutenção ou mesmo modificação dos equipamentos e serviços.

Informações recebidas, tais como volume de tráfego, meteorologia, velocidade média da via, ultrapassagens do limite de velocidade, entre outras, deverão ser armazenadas em bancos de dados específicos e analisadas pelo SIG através de um módulo de análises estatísticas de rotina, o qual irá sugerir medidas a serem tomadas (por exemplo, a instalação ou redistribuição de equipamentos ao longo da via – radares, contadores de tráfego, etc.) de acordo com os critérios definidos pela empresa operadora ou órgão de governo (Secretaria Estadual dos Transportes). Além disso, este mesmo módulo de análises estatísticas de rotina deverá analisar, em função do número e da gravidade dos acidentes por trecho, quais os pontos críticos da via, em termos de segurança. Assim, se num determinado ponto da via ocorrer um alto número de acidentes, o sistema deve ser capaz de verificar qual o tipo de pavimento no local, qual o raio e a inclinação da curva, se for o caso, qual a velocidade permitida no trecho etc. e comparar com outros trechos semelhantes, de forma a buscar uma possível causa para o fato e sugerir ações para corrigir a situação. Se, por outro lado, num determinado ponto da via, os acidentes que ocorrem são normalmente de alta gravidade, deverão ser analisados, além dos parâmetro citados, o tipo de defesa no trecho, sugerindo alteração, se necessário. Um módulo de gerenciamento do sistema deverá estar constantemente recebendo as informações produzidas pelo módulo de análises e hierarquizando as ações a serem tomadas pela empresa operadora da via.

No caso da ocorrência de um acidente, a informação do local da ocorrência deverá ser passada a um módulo de análise de dados, o qual terá à sua disposição todos os dados necessários para sugerir as melhores formas de atender à ocorrência diretamente (inclusive enviando mapas ao posto policial mais próximo do local do acidente) e indiretamente, de forma a evitar novos acidentes devido a congestionamentos, por exemplo.

Assim, no momento em que é informado um acidente, o sistema deverá tomar automaticamente as seguintes atitudes:

- a) localizar o posto de policiamento mais próximo ao local do acidente, e enviar imediatamente uma mensagem comunicando o fato. Caso haja vítimas, deverá ser informado ao pronto-socorro mais próximo;
- b) avaliar as condições de tráfego e demais fatores intervenientes (chuvas, por exemplo) para verificar se a interrupção de, por exemplo, uma faixa de rolamento poderá ocasionar um congestionamento;
- c) acionar os painéis de mensagens variáveis, para recomendar a redução de velocidade aos motoristas;
- d) caso haja a possibilidade de formar-se um congestionamento, estimar a extensão em função do tempo e os pontos críticos onde deve haver policiamento para evitar novos acidentes. Tais informações deverão ser transmitidas aos postos de policiamento mais próximos a esses locais, para que sejam tomadas as devidas providências;
- e) alimentar um banco de dados de acidentes, localizando o ponto da ocorrência e incrementando uma estatística de acidentes nas vias monitoradas. Essa estatística terá por função indicar quais os pontos críticos da via em termos de número, gravidade e causas prováveis dos acidentes, para que possam ser avaliadas as medidas necessárias para aumento da segurança (modificação do pavimento, traçado de curvas, alteração das defensas, redução de velocidade etc.).

De forma rotineira, um módulo de monitoramento da via deverá receber as informações provenientes de câmeras de vídeo, contadores de tráfego etc. organizar as informações, prever a formação de congestionamentos etc. e repassar ao CCO as informações que deverão ser transmitidas ao público e Secretaria Estadual dos Transportes.

O grau de sofisticação de um sistema desse tipo pode aumentar progressivamente para atender a novos requisitos dos usuários, durante a operação e sem prejuízo de suas funções ou a necessidade de substituição do sistema inicialmente concebido e garantindo sempre a otimização dos equipamentos e serviços instalados ao longo das vias. Para isso, pode-se utilizar os dados gerados pelo próprio sistema e incorporar novas fontes de dados, como, por exemplo, a localização automática de chamadas por telefone celular.

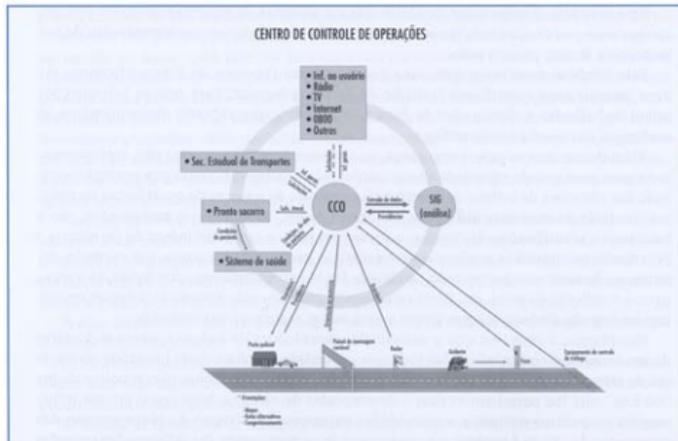
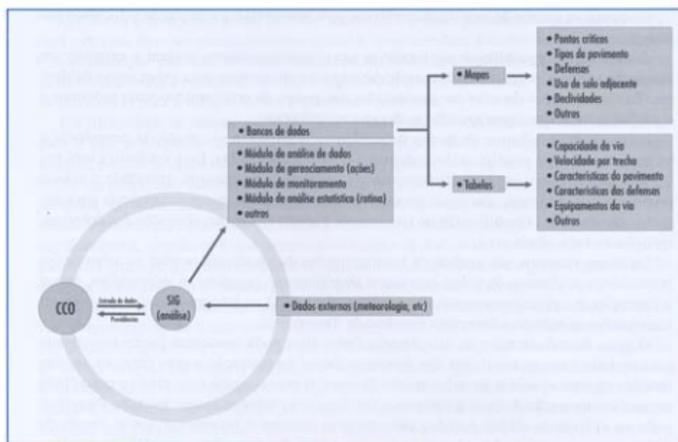
Para concluir, é importante ressaltar que os sistemas de gerenciamento de tráfego, assim como outros sistemas, requerem um correto estudo de sua implementação, de sua inspeção e de sua conservação.

Vale também mencionar que, para que o sistema funcione de forma eficiente, ele deve possuir uma central que trabalhe de forma integrada, para que as informações sejam trabalhadas e divulgadas de forma inteligente, respondendo dinamicamente as mudanças das condições de tráfego.

Além do seu uso voltado a segurança, os sistemas de gerenciamento são, logicamente, úteis para uma grande variedade de aplicações administrativas, como por exemplo: controle das emissões de ordens de manutenção, controle do número de ocorrências na rodovia, controle de materiais utilizados, etc. Estes dados, compilados e processados, são a base para a identificação de “pontos-críticos” ou pontos com alto índice de incidência / ocorrência, permitindo a confecção de estatísticas personalizadas como, por exemplo, estatísticas de acidentes por período, acidentes fatais, atropelamentos, condições do tempo, tipos e condições da pista, etc. Estes relatórios tornam-se então ferramentas importantíssimas na tomada de decisões que levem a uma maior

segurança nas rodovias.

Finalmente, é provável que a autoridade controladora de todo o sistema rodoviário de um estado ou controladora das rodovias concedidas venha a estar integrada no sistema de informações, não só para receber relatórios estatísticos, como para recolher dados “on line” que lhe permitam avaliar o desempenho do sistema, bem como prestar informações ao público usuário e a autoridades superiores. O sistema de planejamento dos transportes do estado é também um usuário assíduo e permanente das informações oriundas de todos os modos de transportes.



9. DA TEORIA À PRÁTICA

9.1. INTRODUÇÃO

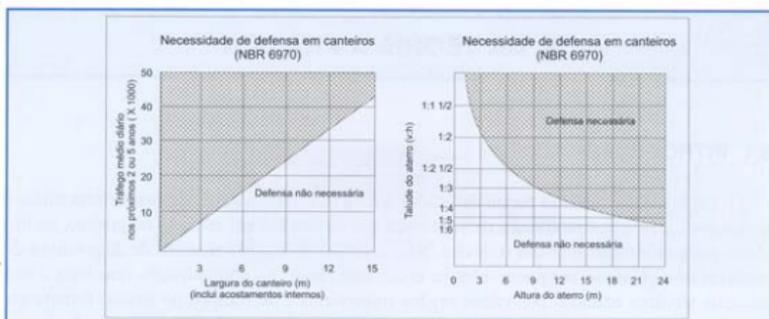
Os capítulos precedentes foram dedicados a uma informação geral, de caráter conceitual e normativo, acerca dos problemas de segurança que devem ser enfrentados no projeto, na implantação e na conservação das rodovias. Não se desceu a detalhes técnicos de dispositivos de sinalização e proteção porquanto eles se encontram, hoje, na normatização brasileira e nos manuais técnicos editados por vários órgãos rodoviários e de trânsito do Brasil. Entretanto, mesmo havendo conceitos e normas já consagrados entre nós, é quase inmensurável o número de situações de risco encontradas nas estradas brasileiras, inclusive naquelas que se costuma apontar como rodovias de primeiro mundo. É enorme o número de intervenções feitas nas rodovias, inclusive muito recentemente, de maneira incorreta, contrariando princípios e normas. Por isso, procurarei aqui ilustrar situações, comentando-as quando for o caso.

Como ponto de partida, vale observar que, em matéria de proteção por defensas, o Brasil tem hoje normas mais avançadas do que os EUA; no tocante às barreiras de concreto, aqui se utilizam as normas americanas; quanto à sinalização horizontal e vertical, não devemos nada, em conhecimento e capacidade de fabricação, a qualquer outro país. Entretanto, temos elevados índices de acidentes, porque utilizamos muito menos esses elementos de sinalização e de proteção, freqüentemente os aplicamos mal e corriqueiramente os deixamos sem conservação ou fazemos substituição de maneira precária. Não raramente, os nossos projetos de rodovias se orientam, como já se disse, para a fluidez do tráfego e quase nada à segurança. Pode-se dizer, sem o risco do exagero, que há no Brasil projetistas de estradas que não conhecem as normas brasileiras de segurança viária.

9.2. ALGUNS PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS

9.2.1. Em condições normais e de tráfego, nas vias bem projetadas, bem construídas e bem mantidas, sinalizadas adequadamente e utilizadas por motoristas bem treinados, saudáveis e cuidadosos, obedientes às indicações da sinalização, não deveria haver acidentes. Contudo, tais condições ideais são raramente observadas, do que decorrem os conflitos e acidentes. Por isso, ao lado do bom traçado, da adequada conservação e da perfeita sinalização, é preciso oferecer **proteção** àqueles que têm o seu veículo desgovernado. O fato de o acidente ter como causa original uma falha do motorista não exime o construtor e o operador da estrada de co-responsabilidade, se o acidente for agravado devido à falta de proteção em determinadas circunstâncias.

9.2.2. Quando a faixa de terreno contígua às pistas, seja nos acostamentos, seja no canteiro central, tiver largura inferior a 10 metros, é preciso cogitar das proteções do tipo barreira de concreto e/ou defesa metálica. As normas técnicas, inclusive da ABNT, (NBR 6970), correlacionam essa largura de canteiro com as velocidades, declividades e volumes de tráfego, de sorte a admiti-las mais estreita em determinados casos.



9.2.3. Além da largura desses canteiros de proteção, outros requisitos são importantes: os canteiros não podem ser excessivamente inclinados (as normas técnicas prescrevem essa condição), e devem ser isentos de obstáculos, como árvores, postes, valas de drenagem, barrancos, pedras, placas de sinalização, etc. Para compor-se um ambiente visualmente agradável, é admissível a existência de arbustos, de caule delgado, que até podem oferecer uma proteção adicional e, nos canteiros centrais largos, atuar como anti-ofuscantes, embora apresentem, nesse caso, alguns inconvenientes que serão descritos adiante. Árvores tem sido, nos Estados Unidos, a principal causa de mortes em acidentes com objetos fixos.

9.2.4. A implantação de dispositivos de proteção, na estradas, deve obedecer a prioridades indicadas pelas estatísticas de acidentes e pela existência de situações singulares, como curvas, rampas, etc.

9.2.5. Nas obras de arte é necessário que o dispositivo seja inexpugnável, dando-se preferência, portanto, às barreiras de concreto. Se a opção for por defesa metálica, ela deverá ter duplo perfil W longitudinal e maior número de postes, do tipo mais resistente.

9.2.6. É prioridade facilmente identificável a substituição, nas obras de arte, dos antigos



guarda-corpos, gradis de aço ou concreto e semelhantes. Se for prevista passagem de pedestres, deverá haver, por fora da barreira de proteção um passadiço, com guarda-corpo, para eles.

9.2.7. Nas estradas de maior VDM as obras de artes devem ser construídas com largura suficiente para dar continuidade aos acostamentos.

9.2.8. Barreiras e defensas devem ser **contínuas**, não podendo um trecho se destacar do outro no momento do impacto do veículo. Só assim elas oferecem segurança.



9.2.9. As defensas metálicas atuam por deformação dos seus elementos de sustentação. Por isso, devem ser instaladas em alturas adequadas, com postes de sustentação bem dimensionados e espaçados adequadamente, bem como cravados no solo por bate-estacas. A não utilização do bate-estacas permite que o poste corte o terreno posteriormente, devido à sua pequena seção reta, ou seja, facilmente arrancado, no caso de um impacto. A norma brasileira admite, em trechos muito curtos, o chumbamento do poste da defesa, com concreto, em vez da cravação, mas essa prática não é recomendável.



9.2.10. As extremidades das defensas devem ser ancoradas no chão. Quando, por alguma razão, essa ancoragem não puder ser feita, deve-se enrijecer, colocando mais postes, a extremidade livre da defesa.



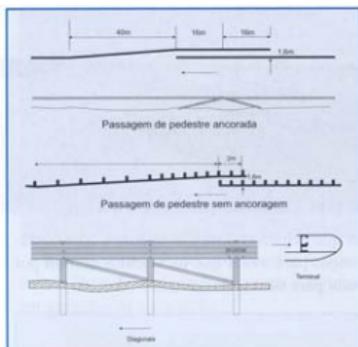
9.2.11. Nas extremidades livres das barreiras New Jersey, devem ser aplicadas defensas, para evitar impactos frontais. Mas próximo da barreira, onde a defesa deve ser parafusada, deve-se aumentar a sua rigidez, para ter uma transição entre o trecho mais deformável e a barreira rígida.



9.2.12. Defensas e barreiras não devem ser instaladas atrás de valas de drenagem ou de guias de concreto, sob pena de perder a sua utilidade.



9.2.13. Em eventuais passagens de pedestres, como diante dos telefones, as defensas e barreiras devem contar com trechos sobrepostos, de maneira a evitar que o deslizamento do veículo por um trecho o leve a chocar-se com o trecho seguinte. As extremidades das defensas, nesses casos, quando não ancoradas, deverão ser protegidas por ponteiras especiais.



9.2.14. Defensas de modelo antigo, com bordas cortantes, devem ser eliminadas.



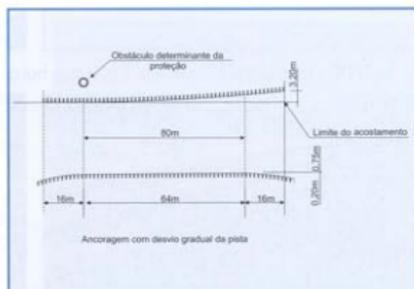
9.2.15. As defensas devem ter a justaposição de suas lâminas no sentido do tráfego. No caso contrário, sujeitam-se a deformações que aumentam o risco de acidente.



9.2.16. Acessos e travessias clandestinos nas estradas devem ser eliminados.



9.2.17. Os trechos de defensas ou de barreiras que evitam choques de veículos com obstáculos nos canteiros devem ser suficientemente longos para evitar que os veículos entrem por trás e deverão ter a primeira extremidade recurvada para dentro do canteiro.



9.2.18. As faixas de domínio das estradas não devem ser utilizadas para finalidades incompatíveis com a segurança viária, como é a implantação, por exemplo, de redes de transmissão ou distribuição elétrica.



9.2.19. A colocação de postes de iluminação na faixa central das rodovias deve ser acompanhada de desenho adequado da defesa ou da barreira central, de maneira a evitar que veículos os atinjam.



9.2.20. Estradas que atravessam regiões conurbadas deverão ter tratamento especial de circulação e de segurança, de forma a evitar conflitos que gerem acidentes e que se convertam em gargalos da circulação.



9.2.21. Linhas de ônibus implantadas em rodovias descaracterizam por completo o funcionamento da auto-estrada, implicando em dispositivos especiais de segurança, de travessia de pedestres, bem como na redução da velocidade de tráfego.



9.2.22. Pistas abertas ao trânsito de pessoas e/ou animais não podem ter tráfego de alta velocidade.



9.2.23. Os sistemas de anti-ofuscamento assim como as barreiras de concreto em faixa central não devem ter altura excessiva ou se constituírem em obstáculos ao eventual socorro ao local pela pista oposta àquela em que ocorreu o acidente. Aberturas nelas podem ser uma solução pior ainda, por induzirem passagem localizada de pedestres.



9.3. EXEMPLOS FINAIS

A enumeração anteriormente feita de situações de risco nas estradas não pretende ser exaustiva. Muitas outras ocorrem, com frequência, que exigem a cuidadosa observação.

Para ilustrar ocorrências e situações inadequadas de segurança e, às vezes, até a sua solução, estampam-se, a seguir, fotos tiradas em várias estradas paulistas e, inclusive, nos EUA.

9.3.1. Obstáculos de grande risco em pistas ou acostamento

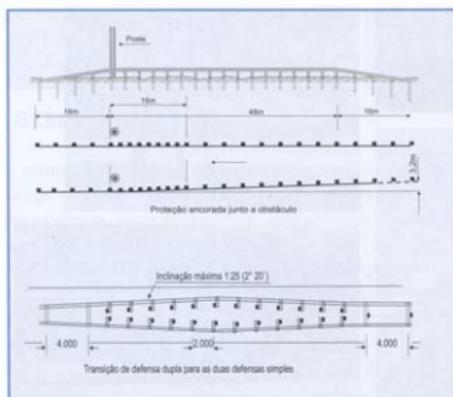






9.3.2. Proteções junto a postes e colunas de pórticos

Para evitar situações como as indicadas nas fotos anteriores, a normatização brasileira prevê proteções como as dos desenhos seguintes:



9.3.3. Aplicações inadequadas da proteção



9.3.4. Barreira de concreto descontínua



9.3.5. Defensas de cabo ainda em uso nos EUA, mas condenadas em testes europeus.



10. O FUTURO DAS AUTO ESTRADAS

10.1. INTRODUÇÃO

O crescimento do uso dos veículos rodoviários vem transformando os hábitos da humanidade, gerando necessidades cada vez maiores de espaço para circulação e estacionamento, demanda energética e, conseqüentemente, de controle ambiental, representando atualmente o segmento que lidera na ocorrência deste problema nas regiões mais densamente povoadas.

A evolução dos veículos introduziu fantástico aumento de qualidade em todos os sentidos, desde os itens de segurança aos de conforto, ruído, consumo de combustível e de redução das emissões. Entretanto, estas conquistas apenas refreiam o agravamento dos problemas criados, mas não são suficientes para resolvê-los, dado o imenso número de veículos em circulação e o seu constante e desmedido crescimento.

Desta forma, as estradas não podem mais ser concebidas apenas com o único objetivo de permitir o máximo fluxo de tráfego possível, mas com vistas primordialmente à segurança, pois numa estrada insegura será necessário baixar a velocidade comprometendo sua capacidade. Portanto, é imperioso reformular os conceitos básicos envolvidos nos transportes, além do necessário desenvolvimento tecnológico dos veículos, das fontes de energia e das estradas.

No contexto deste trabalho, foram focalizadas principalmente as questões de segurança nas estradas, embora os demais aspectos, inclusive o de paisagismo e de indução a outras atividades relativas ao uso do solo, devam ser obrigatoriamente incluídos na reformulação destes conceitos e na análise e projeto das vias de tráfego.

10.2. ASPECTOS TECNOLÓGICOS NAS ESTRADAS

Como o número de acidentes nas estradas leva o setor rodoviário a responder pelos maiores índices de acidentes e de mortes, quando comparados a outros modos de transporte, o desenvolvimento de dispositivos de proteção e segurança nas estradas é de suma importância para evitar acidentes, absorver os choques de veículos desgovernados, bem como guiá-los e absorver a sua energia cinética até o seu completo repouso. Para ser ter uma idéia mais clara do problema, do total de mortos e feridos nos vários modos de transporte, nos Estados Unidos, 95% envolveram veículos a motor, em 1996.

Existem muitos conceitos e tipos construtivos destes dispositivos, onde os europeus se destacam tecnologicamente por serem projetados para atuarem em velocidades muito mais altas do que as praticadas em outras partes do mundo.

Nos Estados Unidos, nota-se que historicamente a proteção da população foi buscada através da imposição de limites baixos de velocidade (inicialmente fixado em 55mi/h=88km/h), fato motivado primordialmente pela redução do consumo de combustível. Modernamente com a evolução dos motores este limite tem sido elevado a 65 mi/h e até 70mi/h em algumas estradas, visto que os veículos ainda se mantêm econômicos nesta faixa de velocidades e a sua segurança intrínseca tem sido muito aumentada pela exigência do uso de cintos de segurança e da aplica-

ção de novas tecnologias tais como air bags, freios ABS, suspensões mais sofisticadas, etc.

Entretanto, a elevação dos limites de velocidades tem sido acompanhadas pela intensificação do uso de dispositivos de proteção nas estradas, especialmente nas de maiores limites, onde é possível notar uma ampla gama de alternativas de projeto que indicam a presença de uma experimentação constante para o desenvolvimento dessa proteção. Os capítulos anteriores dão conta da disponibilidade, hoje, de muitos desses dispositivos. Entretanto, a redução da velocidade, principalmente em estradas de menor nível de segurança, exerce forte influência na queda dos índices de acidentes. À época em que a lei brasileira limitou em 80km/h a velocidade nas rodovias, o DNER constatou, em suas estradas, uma redução média de 30% nos índices de acidentes.

Outra estratégia que está sendo considerada, porém ainda em poucos locais, é a aplicação de técnicas de gerenciamento para alterar a sinalização e o número de pistas das estradas, mudando a posição das barreiras centrais (neste caso de concreto, do tipo New Jersey), a partir do monitoramento do fluxo de tráfego.

É importante salientar que os recursos acima são complementados, especialmente nos Estados Unidos, por um processo educacional baseado em forte fiscalização, através de policiamento muito intenso e multas realmente altas. A título ilustrativo, a multa por jogar coisas na estrada é de US\$ 500,00 e, em muitos lugares, placas indicam trechos onde as multas por velocidade são em dobro e a fiscalização é feita por radares fotográficos ou por observação aérea.

Tal processo educativo é bastante severo e uniforme em todo o País, de forma que a população adquiriu o hábito e a mentalidade de obediência às regras e normas de trânsito. Atenção muito grande é exigida nos cruzamentos, quanto à definição de quem tem preferência: via de regra, todos os cruzamentos urbanos possuem placas de PARE nos dois sentidos, tendo a preferência cada veículo que chegar primeiro, nunca passando dois em seguida do mesmo lado. A parada é obrigatória e leva o veículo à velocidade ZERO, mesmo que não haja outro no mesmo cruzamento. Apenas nos entroncamentos dos acessos nas estradas, é utilizada a placa “CEDA A PASSAGEM”, sem a obrigação de uma parada completa. Embora tais regras nos pareçam excessivamente rigorosas e limitem muito a capacidade de tráfego nos cruzamentos, são rigorosamente obedecidas, como todas as demais.

Comparativamente, o Brasil dispõe de tecnologia semelhante e, em alguns casos, mais avançada na concepção e fabricação de defensas, por exemplo, embora nossas estradas não estejam em conformidade com estes conceitos e a sua aplicação ainda careça de maior rigor na escolha do modelo mais adequado a cada caso e na obediência às normas técnicas de colocação.

Além disso, a fiscalização precária favorece e até induz o motorista a tomar decisões em discordância com as exigências de trânsito, quando não as desrespeita habitualmente, sendo grande a incidência de infrações. Complementa este quadro negativo, a ausência de fiscalização do estado de manutenção dos veículos, que seriam reprovadas por defeitos graves em mais de 50% da frota atualmente em circulação. Tais fatos explicam a ocorrência dos maiores índices de mortalidade no trânsito brasileiro, do que nos outros países.

Alguns casos podem ilustrar as afirmações acima e, inclusive, mostrar que mesmo as estradas tidas por mais avançadas ainda apresentam verdadeiros absurdos em termos de proteção e segurança.

- a) A rodovia Castello Branco, no Estado de São Paulo, possui características geométricas

muito boas (curvas de raios longos, aclives suaves, etc.) o que a caracteriza como de alta velocidade e capacidade. Entretanto apresenta os seguintes defeitos graves que comprometem a sua segurança:

- Valas de drenagem abertas dos dois lados de cada pista, o que torna inútil o seu largo canteiro central;
- Várias árvores e blocos de granito foram mantidos como adornos paisagísticos, mas se caracterizam como obstáculos perigosos sem qualquer dispositivo de proteção nas áreas laterais de escape;
- Muitas obras de arte não possuem qualquer proteção em torno de seus pilares;
- Há muitos locais onde animais podem entrar nas pistas (quando da sua concessão à iniciativa privada, a primeira coleta, em três meses, foi de 300 animais, sendo que não se pode esquecer que, no caso de colisão com esses animais, a cada cavalo atropelado pode corresponder um motorista ou uma família morta);
- Muitas passagens oficiais por pontes ou túneis não possuem ligação de acesso às pistas da rodovia, que poderiam ser até de cascalho como solução emergencial;
- Como conseqüência, há muitas travessias clandestinas pelo canteiro central que entopem ou destroem as valas de drenagem e muitas vezes atolam os veículos que delas se utilizam, potencializando os acidentes nas faixas da esquerda cujos veículos mais velozes encontram-se com os que atravessam em velocidade quase nula em função das dificuldades que têm nestes locais.

Em casos como este, correções simples e de baixo custo podem reduzir drasticamente o potencial de acidentes da estrada e devem ser implantadas imediatamente, para depois serem aprimoradas com mais tempo e na medida do possível.

b) A Rodovia Padre Manoel da Nóbrega, construída sob outros padrões, padece de outros problemas:

- Existem faixas de pedestres acompanhadas de simples e descuidadas interrupções nas defensas centrais (que, aliás, já são baixas e em desconformidade com as normas técnicas para facilitar que o pedestre a ultrapasse em qualquer ponto), o que confere teoricamente o direito de trânsito ao pedestre, sem que isto exista na prática, porque os motoristas também têm o direito de viajar a 110 km/h como autorizam as placas indicativas de velocidade, em conflito evidente com a realidade;
- Esta estrada foi alargada e dotada de várias ilhas para conversão, fazendo com que muitos trechos da via asfaltada passem por baixo das linhas elétricas de 88.000 volts ali existentes;
- Tal fato se deve à invasão da faixa de domínio do DER pelas linhas elétricas de alta tensão, que deveriam ter faixas próprias de servidão, e atualmente possuem até pontos de ônibus sob elas;
- A utilização desta estrada cada vez mais como avenida multiplica o número de pontos de acesso de pedestres, pontos de ônibus e parada de veículos, demandando a redução das máximas velocidades permitidas em grande parte da sua extensão, comprometendo a sua capacidade.

Soluções para isto existem: a primeira delas foi o seu alargamento com a separação das pistas de ida e volta. Em alguns trechos já existem marginais por onde deve se dar o tráfego local, isoladamente dos veículos em alta velocidade; porém isto exige uma via de tráfego nos

dois sentidos de cada lado da estrada principal. Finalmente, a solução completa é transformar definitivamente a estrada atual em avenida e construir uma outra via expressa elevada ou que passe em faixa exclusiva ao largo dos centros urbanizados com acessos a cada 30 ou 40 quilômetros para a via atualmente existente.

É claro, nos exemplos citados e em muitos outros casos, que falta a mentalidade da segurança como parte intrínseca do projeto, execução e operação das estradas. É necessário que se preserve a estrada de interferências e acessos em demasia para não comprometer a sua função e características principais, quais sejam, capacidade e segurança: **é preciso entender uma rodovia como um rio**, sobre o qual não se cogita construir mais do que algumas pontes de quando em quando, ficando as comunidades de cada lado isoladas uma da outra.

Fica evidente que as soluções para os problemas das estradas atuais são específicas para cada uma ou para cada caso ao longo das mesmas, que podem ser a simples construção de pequenos casos que inibam os usuários de tentarem manobras inseguras e inadequadas à via, ou a manutenção adequada do que já existe, ou ainda a expansão e até mesmo a construção de novas rodovias.

É importantíssima para isto uma visão clara das demandas do futuro para se estabelecer um plano estratégico de longo prazo que permita atingir os padrões desejáveis de segurança, capacidade das vias e adequação ambiental e urbanística em etapas prévia e claramente definidas, orientadas em função do volume de tráfego, das estatísticas de acidentes, identificação de pontos críticos, etc.

Neste aspecto é importante considerar a modernização do gerenciamento das rodovias através da inclusão de equipamentos de monitoramento, cruzamento de dados e produção de informações que agilizem as medidas necessárias à otimização e flexibilização da sua operação, como discutido anteriormente, bem como para que os dados de todas as rodovias sejam centralizados numa “agência de controle e planejamento” e realimentem o referido programa de evolução do sistema de rodovias ao longo do tempo.

Evidentemente o processo acima será dinâmico e continuamente aprimorado através de revisões periódicas do plano estratégico, que serão realizadas em função dos resultados obtidos. Ainda há também a necessidade de revisões da própria legislação, pois em muitos casos a sua regulamentação necessita tratamentos especiais. Por exemplo, o Código Brasileiro de Trânsito especifica que carroças e pedestres devem trafegar pelo acostamento; todavia, nas estradas de alta velocidade estes devem ter acesso impedido, o que requer vias alternativas e regulamentação local especial. Casos semelhantes e de extrema importância social são os vendedores ambulantes e de beira de estrada que conflitam seriamente com a segurança própria, de seus clientes e dos que por ali trafegam.

Programas como este podem também evitar soluções imediatistas, que geralmente são cogitadas sem uma profunda discussão do problema como um todo, em âmbito geralmente intermunicipal, e desperdiçam enorme quantidade de recursos por falta de planejamento ou de integração com os interesses sociais. Cita-se, como exemplo, a sugestão de se aproveitar a faixa exclusiva do bonde Santo Amaro na cidade de São Paulo para a construção de uma grande avenida: trata-se da Av. Ibirapuera, cujo leito dos trilhos do bonde hoje servem como estacionamento dos automóveis de uma irrisória porcentagem das pessoas que por ali circulam, ao contrário de servir ao transporte público de massa. Idéia semelhante já foi proposta em Itanhaém

para substituir o trecho de estrada de ferro por uma avenida, o que certamente comprometeria as indústrias de fertilizantes de Cajati (abastecidas de matéria prima através da FEPASA) e o desenvolvimento das regiões, a juzante de Itanhaém.

Neste último caso, provavelmente uma solução interessante seria utilizar parte da faixa de domínio da ferrovia para implantar um transporte de massa local e intensificar o uso da ferrovia para o desenvolvimento regional, através de investimentos em sua modernização.

Face aos problemas encontrados, pode-se concluir que o número de acidentes tem crescido a despeito da evolução que vivenciamos em vários aspectos da engenharia. Nos Estados Unidos, estes índices são efetivamente menores do que no Brasil, às custas do hábito de velocidades efetivamente mais baixas, que tendem a se elevar exigindo proteções cada vez mais intensas e eficientes, como já ocorre na Europa.

Diante do estado da arte da tecnologia, tanto para aplicações ao projeto, à segurança e ao gerenciamento das rodovias, quanto para os veículos, pode-se concluir que no futuro as rodovias contarão cada vez mais com sofisticações de projetos e construção para fazer face ao desenvolvimento dos veículos e aos novos requisitos de seus usuários.

O Governo não poderá prescindir de um programa estratégico com metas progressivamente cada vez mais exigentes, porém sem esquecer que sua responsabilidade será cobrada pela população nos casos de acidentes onde o estado da arte ainda não tiver sido aplicado. Por isso, tal plano deverá ser divulgado claramente à sociedade e, enquanto os dispositivos de segurança estiverem ainda por implantar, o limite baixo de velocidades será a única forma de o poder público ou a concessionária se defenderem de tal responsabilidade, conciliando a passagem do estágio precário atual à implantação das novas exigências de segurança.

Entretanto, o Governo sempre teve dificuldades para por em prática a execução de um plano estratégico como o mencionado, mas a existência de concessionárias operadoras de rodovias no Brasil poderá resolvê-las, pois têm mais recursos e a agilidade necessária para a contratação de pessoal e dos serviços necessários.

Finalmente, não se pode deixar de comentar as questões ambientais. Os especialistas incumbidos de encontrar uma solução para o transporte, já pressionados pelos problemas de segurança, geralmente tem dificuldades de aceitar as exigências de estudo de impacto ambiental com naturalidade. Por outro lado, alguns ambientalistas subestimam a necessidade de rodovias. Há que se encontrar soluções de compromisso que minimizem os impactos ambientais causados por uma rodovia e permitam atingir os objetivos relacionados com o transporte, a segurança e o urbanismo.

Assim, o plantio de arbustos tem sido utilizado como proteções anti-ofuscamento e barreiras acústicas, bem como elemento dissipador de energia dos veículos que se acidentam contra eles. Entretanto, as árvores de maior porte requerem proteção por defensas para não se tornarem obstáculos mortais, embora tenham a conotação de vegetação ambientalmente saudável e paisagisticamente recomendável.

Também a questão da proteção aos animais nativos de regiões atravessadas por rodovias costuma ser muito controversa, mas a construção de passagens específicas e protegidas do movimento costuma ser uma solução bastante aceitável, tanto pelos ambientalistas quanto pelos técnicos em transporte e construções.



No contexto ambiental, urbanístico e do conforto dos próprios usuários, áreas de descanso desempenham papel fundamental. No seu conceito atual, são áreas muito amplas com infraestrutura para abastecimento de combustível, comércio de refeições leves, banheiros, telefones, área para retorno e envolta num bosque ou mesmo parque, cuja visitação pública pode ser explorada. Nos Estados Unidos, tais áreas variam em concepção e tamanho, ficando nas laterais da rodovia, ou entre as suas pistas que se afastam entre si ou ainda nas rodovias secundárias de acesso a cidades vizinhas.

Um aspecto geralmente aproveitado para as estradas que já possuem uma rodovia alternativa é a sua transformação em vias voltadas ao turismo, como já existem inúmeras nos Estados Unidos (scenic routes). Nestes casos, os limites de velocidade são baixos (40 a 70 km/h), poucos equipamentos de segurança são aplicados e o lazer assume prioridade entre as funções da via, geralmente tratada como avenida, o que é claramente indicado na sinalização da via, nos mapas e nas propagandas de passeios turísticos.



10.3. CONCLUSÕES

O tratamento das rodovias deve passar imediatamente por uma revisão de conceitos ampliando-os do simples transporte, ao **transporte com segurança**, incluindo os cuidados com o meio ambiente, a paisagem, os aspectos sociais e de desenvolvimento que a rodovia representa, pois todos estes aspectos são igualmente **de interesse da sociedade**.

É importante que o Brasil elabore um planejamento estratégico partindo da implantação imediata de dispositivos de segurança simples e de baixo custo, tais como o aprimoramento ou a intensificação da pintura e sinalização nas estradas, da instalação de defensas e placas de sinalização, da aplicação de faixas causadoras de vibração nas laterais das pistas. Etapas mais demoradas devem contemplar reformas mais profundas das vias existentes, alargamentos, duplicações e construções novas. Dependendo do caso, a aplicação de recursos eletrônicos e de informática para o gerenciamento é extremamente recomendável.

A exemplo da Secretaria da Administração de Rodovias de Mariland, a excelência de um

órgão dedicado ao transporte e às rodovias deve-se aos seguintes aspectos:

- *Assumir a missão de prover a mobilidade de seus “clientes” através de rodovias seguras, bem mantidas, atraentes e que suportem a economia da região de uma maneira ambientalmente responsável;*
- *Possuir a visão de qualidade na organização, que se preocupa com o seu pessoal, seus clientes e o seu ambiente, buscando novos desafios e oportunidades de sucesso através da excelência de seus serviços, treinamento de pessoal e desenvolvimento, inclusive oferecendo oportunidades à própria comunidade.*

O planejamento, baseado nas previsões de demandas, deve ser cooperativo, avaliar métodos alternativos de transporte, os impactos ambiental e sobre a comunidade, sua compatibilidade com as condições locais e ser ambientalmente saudável, inclusive do ponto de vista arqueológico.

O projeto de uma rodovia deve respeitar as especificações e normas aplicáveis, considerando o seu aprimoramento e atualização em função do desenvolvimento tecnológico e as exigências dos usuários.

A construção deve obrigatoriamente dispensar especial atenção ao controle de qualidade dos materiais empregados, ao tratamento do solo e à conformidade com as especificações de projeto.

Especial cuidado deve ser dado à manutenção para assegurar as condições de segurança necessárias, drenagem e limpeza da pista, poda da vegetação lateral, etc., assim como aos serviços de proteção ambiental, reflorestamento de espécies nativas e flores silvestres, preservação das condições de habitats naturais e das paisagens. Nos serviços de natureza ambiental e de limpeza, programas conhecidos como “adote uma rodovia” utilizam o trabalho de voluntários da própria comunidade e têm logrado bons resultados e intensa conscientização pública, em troca de treinamentos e redução de impostos concedidos aos participantes.

Os Centros de Controle e Operações de cada estrada devem incluir o maior número possível de parâmetros relacionados com o tráfego e demandas dos usuários, devendo ser ligados a um organismo centralizador de informações que possibilite a visão completa de todo o sistema de rodovias do Estado ou mesmo nacional.

Estudos especiais de tráfego, projeto de interseções de vias de acesso e de outras que cruzem a rodovia, sinalização de mensagens variáveis devem ser conduzidos de maneira abrangente.

Complementarmente, é desejável a integração de diversos programas voltados ao aumento da segurança no trânsito, destacando-se o treinamento e conscientização dos motoristas, pedestres e ciclistas; as medidas e exigências de dispositivos de segurança nos veículos e a observância da sua utilização pelos usuários; a fiscalização do estado de conservação dos veículos em circulação; a prestação de atendimento aos acidentes e o socorro médico-hospitalar.



BIBLIOGRAFIA

- A GUIDE ON SAFETY REST AREAS FOR THE NATIONAL SYSTEM OF INTERSTATE AND DEFENSE HIGHWAYS – AAHTO – 1968
- A GUIDE TO STANDARDIZED HIGHWAY BARRIER HARDWARE – AASHTO – 1995
- A NORMATIZAÇÃO BRASILEIRA DE DEFENSAS RODOVIÁRIAS – Adriano M. Branco – 1976
- A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF HIGHWAYS AND STREETS – AASHTO – 1994
- A SEGURANÇA NO TRÁFEGO – Revista Trânsito nº 5 – Adriano M. Branco – 1980
- ACCIDENTES RODOVIÁRIOS, SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA – Adriano M. Branco – 1972
- ANFAHRUERSUCHE AN LEITPLANKEN – Strassenbau und strassenverkerntechnik – 1970
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL – IBGE – 1991
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DOS TRANSPORTES – 1998 – GEIPOT – Ministério dos Transportes
- BARREIRAS DE SEGURANÇA – Salvador Eugênio Giammusso - Associação Brasileira de Cimento Portland – 1998
- BARRIÈRES DE SÉCURITÉ Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes – Ministère de L'Équipement et du Logement – 1971
- CODE OF FEDERAL REGULATIONS – Highways Federal Register National Archives and Records Administration – 1985
- DEFENSAS RODOVIÁRIAS – DNER – Instituto de Pesquisas Rodoviárias 1979
- ENERGY AND TRANSPORTATION – Task Force Report – President's Council on Sustainable Development
- GENERAL DESIGN AND ROADSIDE SAFETY FEATURES – Transportation Research Board – 1998
- GUARDRAIL PERFORMANCE AND DESIGN – Highway Research Board – 1971
- GUIDE SPECIFICATIONS FOR DESIGN OF PEDESTRIAN BRIDGES – American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO – 1997
- HIGHWAY SAFETY DESIGN AND OPERATIONS GUIDE – AASHTO – 1997
- HIGHWAY STATISTIC – 1997 – U.S. Department of Transportation – Federal Highway Administration
- HIGHWAY WITH A NARROW MEDIAN – Highway Research Board – Bulletin nº 35 – 1951
- LA PRÉVENTION ROUTIÈRE INTERNATIONALE – PRI 1997 – 1998
- LOCATION, SELECTION, AND MAINTENANCE OF HIGHWAY TRAFFIC BARRIERS – Highway Research Board – 1971
- MANUAL DE MATERIAIS PARA DEMARCAÇÃO VIÁRIA – DNER 1990
- MANUAL DE SINALIZAÇÃO RODOVIÁRIA – CONFECÇÃO DE SINAIS – Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – 1993
- MANUAL DE SINALIZAÇÃO RODOVIÁRIA – PROJETO – Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – 1993
- MEETING THE CUSTOMER'S NEEDS FOR MOBILITY AND SAFETY – DURING CONSTRUCTION AND MAINTENANCE OPERATIONS – U.S. Department of Transportation – 1998
- ROAD SAFETY STRUCTURES – Institute for Road Safety Research
- ROADSIDE DESIGN GUIDE – American Association of State Highway and Transportation Officials – 1996
- SEGURANÇA DE TRÂNSITO – APLICAÇÕES DA ENGENHARIA PARA REDUZIR ACIDENTES – Philip Anthony Gold – 1998
- SINALIZAÇÃO HORIZONTAL – H.A. Moreira – 1998
- SISTEMAS EM NÚMEROS – Dersa – Desenvolvimento Rodoviário S/A – 1997
- THE BOTTON LINE – TRANSPORTATION INVESTMENT NEEDS 1998 – 2002 – AASHTO - American Association of State Highway and Transportation Officials – 1998
- TRANSPORTATION RESEARCH RECORD – HIGHWAY SAFETY MODELING, ANALYSIS, AND DESIGN – Transportation Research Board – 1998
- TRANSPORTATION STATISTICS ANNUAL REPORT – 1998 – U.S. Department of Transportation – Bureau of Transportation Statistics
- VOIRIES À FAIBLE TRAFIC – SETRA – Ministère de L'Urbanisme du Logement e des Sports - 1985

SOBRE O AUTOR

O engenheiro e administrador Adriano Murgel Branco iniciou a sua carreira na área dos transportes, em 1957, como funcionário da antiga CMTC Companhia Municipal de Transportes Coletivos. A sua vocação para essa área é compreensível, pois o seu pai, eng^o Plínio Antonio Branco, foi um dos autores do primeiro código de trânsito do Brasil e coordenador do primeiro grande plano de transportes para a cidade de São Paulo, feito em 1939.

Já em 1960, o eng^o Adriano advertia a cidade, através de artigos pela imprensa, que o crescente problema de trânsito de São Paulo deveria ser encarado como consequência da decadência dos transportes públicos. E, em 1961, propôs pela primeira vez o tratamento do problema do trânsito através de pesquisa de origem e destino, modelada matematicamente para obtenção de soluções em computador.

A partir de 1970 dedicou-se intensamente às questões de segurança do trânsito, tendo produzido as monografias “Acidentes Rodoviários – Sinalização e Segurança” (1972) e “A Normatização Brasileira das Defensas Metálicas” (1974). Em 1976 escreveu uma série de artigos sob o título geral de “A Segurança no Tráfego” publicados pela revista “O Dirigente Construtor” e mais tarde republicados no n^o 5 (1980) do Boletim Trânsito. Tais trabalhos resultaram de seus estudos e projetos sobre segurança rodoviária e defensas metálicas, dos quais nasceu o padrão brasileiro desse equipamento, tornado norma brasileira pela ABNT.

De 1977 a 1979 foi Diretor de Tróleibus da CMTC, responsável pela modernização e ampliação daquele sistema de transporte público. De 1984 a 1987 foi Secretário de Estado dos Transportes, em São Paulo. De 1987 a 1988, foi Secretário de Estado da Habitação. Nestas últimas funções foi o idealizador e primeiro presidente dos Fóruns Nacionais de Secretários de Estado dos Transportes e da Habitação.

De 1995 para cá é membro dos Conselhos de Administração da Dersa, do Metrô e da CPTM, sendo consultor da Secretaria de Estado dos Transportes nas atividades de criação da Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transportes do Estado de São Paulo e da implantação do sistema estadual de planejamento dos transportes.

Ainda na área de transportes, Adriano Branco é consultor da SPTRANS no projeto do Fura Fila (VLP) e da EMTU / PNUD no estudo de viabilidade do ônibus a hidrogênio.

Junto à iniciativa privada, tem auxiliado algumas concessionárias de rodovias através da elaboração de diagnósticos de segurança.