

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA

CENTRO DE CIENCIAS E TECNOLOGIA

CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

UMA ABORDAGEM MULTICRITERIAL DOS ACIDENTES
DE TRANSITO NO BRASIL

ANDRÉ AGRA GOMES DE LIRA

CAMPINA GRANDE

ABRIL - 1993



ANDRÉ AGRA GOMES DE LIRA

UMA ABORDAGEM MULTICRITERIAL DOS ACIDENTES
DE TRANSITO NO BRASIL

Dissertação apresentada ao Curso
de Mestrado em Engenharia Civil da
Universidade Federal da Paraíba, em
cumprimento às exigências para
obtenção do Grau de Mestre.

AREA DE CONCENTRAÇÃO: TRANSPORTES

SIMIN JALALI RAHNEMAY RABBANI

Orientadora

SOHEIL RAHNEMAY RABBANI

Co-orientador

CAMPINA GRANDE - PB

ABRIL DE 1993



L768a

Lira, André Agra Gomes de.

Uma abordagem multicriterial dos acidentes de trânsito no Brasil / André Agra Gomes de Lira. - Campina Grande, 1993.

150 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1993.

"Orientação : Profa. Dra. Simin Jalali Rahnemay Rabbani, Prof. Dr. Soheil Rahnemay Rabbani".

Referências.

1. Acidentes de Trânsito - Brasil. 2. Segurança no Trânsito. 3. Educação no Trânsito. 4. Dissertação - Engenharia Civil. I. Rabbani, Simin Jalali Rahnemay. II. Rabbani, Soheil Rahnemay. III. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). IV. Título

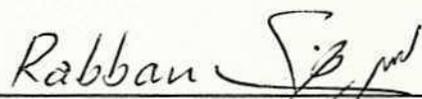
CDU 614.86(81)(043)

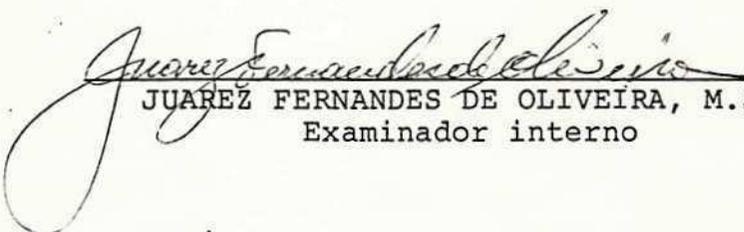
UMA ABORDAGEM MULTICRIETERIAL DOS ACIDENTES
DE TRANSITO NO BRASIL

ANDRÉ AGRA GOMES DE LIRA

Aprovada em 23 de Abril de 1993


SIMIN JALÁLI RAHNEMAY RABBANI, Doutor(a)
Orientadora


SOHEIL RAHNEMAY RABBANI, Doutor
Co-Orientador


JUAREZ FERNANDES DE OLIVEIRA, M.Sc.
Examinador interno


LUIZ FLÁVIO AUTRAN MONTEIRO GOMES, Doutor
Examinador externo

Campina Grande - PB

Abril de 1993

A minha irmã Mônica.

Agradecimentos

A Deus pela minha existência e oportunidade concedida de empreender um estudo dessa natureza.

A minha família e minha noiva por contribuir substancialmente para que este trabalho chegasse ao final.

A meus orientadores Prof(a) Simin Jalali R. Rabbani e Prof. Soheiy Ranhemay Rabbani pelos ensinamentos, amizade e ajuda indispensável no cumprimento desta tarefa.

Aos professores Juarez Fernandes de Oliveira(DME), Clóvis Dias (Transportes), Adjalmir Rocha (Transportes), Luciano Maracajá (Direito Penal) e João Batista(Português).

Aos professores Juarez Fernandes e Luiz Flávio Autran Monteiro Gomes pela participação na avaliação final do trabalho.

Aos funcionários da Area de Transportes do Curso de Engenharia Civil do CCT/UFPB.

Aos engenheiros do DETRAN de Campina Grande-Pb.

Aos policiais do CPTRAN da cidade de Campina Grande-Pb.

Ao Engenheiro Osny Pereira Agra pelo apoio técnico na área de Computação.

Aos alunos de Graduação do Curso de Engenharia Civil pela ajuda na pesquisa do fluxo veicular na interseção em estudo.

A todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para que este trabalho se concretizasse.

RESUMO

Esta dissertação é um estudo, baseado na "abordagem sistêmica", das principais causas dos acidentes de trânsito no Brasil. Compara-se as estatísticas brasileiras de acidentes com os de alguns outros países na Ásia, África, Europa e E.U.A. O estudo mostra, ainda, que para se obter resultados satisfatórios, o problema dos acidentes de trânsito deve ser considerado dentro de um contexto que envolva aspectos de ordem social, cultura, política e econômica. Por outro lado, entende-se que a aplicação de métodos de decisão multicriterial é adequada para avaliar os projetos de segurança no trânsito.

O Método de Análise Hierárquica - AHP - é aplicado a um caso da malha viária de Campina Grande, cidade de porte médio situada no Nordeste do Brasil, o qual se caracteriza pela ocorrência de sérios acidentes de trânsito.

A dissertação termina com as conclusões gerais e indicação de tópicos para estudos futuros.

ABSTRACT

This dissertation is a study of the main causes of traffic accidents in Brazil, based on the systems approach. The Brazilian statistics of accidents are compared with ones in some other countries in Asia, Africa, Europe and USA. This study shows that in order to obtain satisfactory results, the problem of traffic accidents should be considered within the social, cultural, political and economical context. On the other hand, the applicability of multicriterial decision methods to evaluate traffic safety projects is found to be adequate.

The Analytic Hierarchy Process - AHP - is applied to the case of the street network of Campina Grande, a medium - sized city in Northeast of Brazil, which is characterized by occurrence of serious traffic accidents.

The dissertation ends with general conclusions and indication of topics for future studies.

INDICE

RESUMO.....	
ABSTRACT.....	
INDICE.....	
CAPITULO I - INTRODUÇÃO.....	001
CAPITULO II - O ESTUDO DAS CAUSAS PRINCIPAIS DOS ACIDENTES DE TRANSITO NO BRASIL.....	008
II-1 Introdução.....	008
II-2 Os principais fatores causadores dos acidentes de trânsito no Brasil.....	009
II-2-1 As características físicas da via....	009
II-2-2 A impunidade no trânsito.....	012
II-2-3 A educação no trânsito.....	018
II-2-4 As características ergométricas dos veículos.....	020
II-2-5 As características psicossomáticas dos usuários.....	023
II-3 Considerações finais.....	027
CAPITULO III - UMA ANALISE DE COMPARAÇÃO ESTATISTICA.....	029
III-1 Introdução.....	029
III-2 O perfil estatístico do Brasil.....	030
III-3 Um estudo comparativo dos índices de acidentes de trânsito no Brasil e em alguns países do mundo.....	042
III-3-1 A magnitude dos acidentes de trânsito.....	042

III-3-2	A natureza do problema dos acidentes de trânsito	045
III-4	Considerações finais.....	048
CAPITULO IV - O ESTUDO DE CASO.....050		
IV-I	Introdução.....	050
IV-II	As características da interseção de trânsito em estudo.....	053
IV-III	O procedimento de aplicação da metodologia.....	055
IV-IV	A escolha dos elementos componentes dos níveis hierárquicos.....	058
IV-V	Formulação das matrizes de comparações paritárias e a síntese de prioridades final.....	064
IV-VI	A análise dos resultados e considerações finais.....	067
CAPITULO V - CONCLUSOES FINAIS.....79		
V-I	Análise conclusiva.....	80
V-II	Sugestões para elaboração de planos de ações de combate e prevenção aos acidentes de trânsito.....	85
V-III	Recomendações para estudos posteriores.....	88

APENDICE I.....	89
APENDICE II.....	99
APENDICE III.....	114
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	145

TABELAS

Tabela III-1 - Acidentes com vítimas fatais e não-fatais no Brasil(1989), por período, área e sexo.....	037
Tabela III-2 - Número de ocorrências fatais e seus respectivos percentuais por 10.000 veículos, no ano de 1989, para os estados de maiores índices.....	037c
Tabela III-3 - Número de acidentes fatais e seus percentuais relativos por regiões do Brasil, no ano de 1989.....	038
Tabela III-4 - Número de acidentes fatais por grupo de 10.000 veículos nas regiões do Brasil, no ano de 1989.....	039
Tabela III-5 - Comparação dos índices de acidentes fatais de alguns países do mundo por habitantes, por km de malha rodoviária e graus de motorização, por ano.....	043a

Tabela III-6 - Comparação do número de fatalidades por faixa etária e modos de transportes, no Brasil e em alguns países da Africa.....	046b
Tabela III-7 - Causas presumíveis de acidentes de trânsito em alguns em desenvolvimento e subdesenvolvidos.....	047a
Tabela IV-8 - A escala de comparação sugerida por Saaty(1977).....	064a
Tabela IV-9 - Matriz critérios versus critérios.....	067
Tabela IV-10 - Matriz propostas versus propostas para cada critério k.....	68
Tabela IV-11 - Síntese das prioridades e solução final.....	70
Tabela IV-12 - Resultados da coleta de dados feita na interseção em estudo. Volume veicular nas oito horas de maior fluxo (veic/hor).....	75
Tabela IV-13 - Volumes veiculares mínimos exigidos para implantação de uma sinalização semaforizada.....	76
Tabela AP-14 - Valores médios do (IR) para $n = 1, \dots, 11$	107

FIGURAS

- Figura III-1 - Os tipos de acidentes com vítimas mais comuns no Brasil(%).....037a
- Figura III-2 - Percentual de fatalidades por grupo de usuários.....037b
- Figura IV-1 - Hierarquização do problema da interseção.....070
- Figura IV-2 - Esquema geométrico da interseção em estudo.....087a

GRAFICOS.

- Gráfico III-1 - Crescimento do percentual de fatalidades de trânsito nos países desenvolvidos, da Africa, Asia e no Brasil.....043
- Gráfico III-2 - Fatalidades por 10.000 veículos em alguns países do mundo.....043a
- Gráfico III-3 - Percentual de fatalidades no grupo de pedestres em alguns países do mundo.....046a

ABREVIATURAS

A.B.M.T - Associação Brasileira de Medicina de Tráfego.

A.B.R.A.S.P.E - Associação Brasileira de Pedestres.

C.E.T - Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo,

C.N.T - Código Nacional de Trânsito.

D.E.N.A.T.R.A.N - Departamento Nacional de Trânsito.

D.E.T.R.A.N - Departamento Estadual de Trânsito.

D.N.E.R - Departamento Nacional de Estradas e Rodagens.

D.S.V - Departamento de Operação do Sistema Viário

E.U.A - Estados Unidos da América.

G.E.I.P.O.T - Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes.

G.N.P - Gross National Product (per annum).

I.B.G.E - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

I.N.A.M.P.S - Instituto Nacional de Medicina e Previdência Social.

M.T - Ministério dos Transportes.

O.A.B - Ordem dos Advogados do Brasil.

O.D.A - Overseas Development Administration

T.R.R.L - Transport and Road Research Laboratory.

U.K - United Kingdom

CAPITULO I - INTRODUÇÃO

O acidente de trânsito evidencia-se como uma das principais "causa mortis" no mundo. Estima-se que cerca de 300.000 pessoas morrem e dez a quinze milhões de pessoas sofrem escoriações em tais acidentes a cada ano [TRRL(1991)].

Por outro lado, quando se faz uma comparação estatística dos acidentes de trânsito entre os países industrializados, os países em desenvolvimento e os sub-desenvolvidos, observa-se uma incidência muito mais acentuada nestes últimos. A situação torna-se mais calamitosa, ainda, quando se analisa a tendência de crescimento dos índices de acidentes nos países de Terceiro Mundo, onde, como mostra o estudo desenvolvido pelo T.R.R.L*, entre os anos de 1968 e 1985, o número de óbitos no trânsito cresceu em torno de 300% nos países da Africa, 170% nos países da Asia e aproximadamente 128% no Brasil, contrastando com os resultados conseguidos pelos chamados países de Primeiro Mundo, que reduziram suas fatalidades no trânsito em torno de 25%.

Outro dado surpreendente, é o apresentado pela T.R.R.L com colaboração da World Health Organisation, que mostra que os acidentes de trânsito é a segunda "causa mortis" na faixa etária de 5-44 anos, em países em desenvolvimento.

(*) Transport Research Road Laboratory

Este perfil retrata, fielmente, uma discrepância considerável no modo de tratamento e entendimento do problema dos acidentes de trânsito por parte destes dois distintos blocos de países.

Os países de Primeiro Mundo conseguiram notáveis sucessos nos últimos 25 a 30 anos na redução de acidentes de trânsito, devido, principalmente, a sua atuação sistemática no campo do planejamento urbano, engenharia de tráfego, controle de uso do solo e intensa educação de trânsito e policiamento. Já os países de Terceiro Mundo, por sua vez, falham, primeiramente, em sua abordagem sobre o assunto, demonstrando preocupação com medidas que se detêm a reprimir as conseqüências, ou seja, não acautelando em suas prerrogativas básicas de ação uma visão sistêmica que determine racionalmente as causas principais dos acidentes e as formas mais eficazes de detê-los.

Por outro lado, é importante e imprescindível salientar-se que os prejuízos provocados pelos acidentes de trânsito são exorbitantes, chegando a ponto de seus custos equivalerem a 1% do Produto Nacional Bruto(PNB) dos países em desenvolvimento [TRRL(1991)].

Infelizmente, com o crescimento contínuo da urbanização e da frota de veículos, aliado ao não planejamento urbano do uso do solo em consonância com os dos transportes, a tendência é o aumento destes índices, o que acarretará aos países do Terceiro Mundo uma situação futura insustentável e inconcebível de seu trânsito, com severa deterioração de suas vias, congestionamento e alto risco de

conflitos entre as classes de usuários do sistema de transporte.

Do mesmo modo, na zona rural, observa-se que muitos países em desenvolvimento estenderam suas malhas rodoviárias sem, contudo, haver um planejamento técnico rigoroso e sem um posterior acompanhamento de manutenção satisfatório, ou seja, suas rodovias são inseguras tanto no aspecto técnico como no operacional.

O Brasil não foge a regra e apresenta uma malha rodoviária com deficiências técnicas claras e um desgaste preponderante e, este fato é crucial, pois o país é abastecido pela terceira maior malha rodoviária do mundo em extensão(km).

A respeito das estatísticas brasileiras, os números oficiais apontam os acidentes de trânsito como causadores de 27.013 mortes anuais*, sendo, assim, a primeira "causa mortis" em jovens do sexo masculino [GEIPOT(1987)]. Entretanto, estes números são subestimados, pois eles representam apenas uma parcela do total dos óbitos do trânsito, isto devido a deficiência na coleta de dados das estatísticas brasileiras. Existem estimativas de 40 a 50 mil mortes anuais, o que agrava sobremaneira a situação.

Acerca da interpretação e tratamento do acidente de trânsito no país, observa-se pelas próprias estatísticas que

(*) - Esta estatística como as demais outras que serão apresentadas neste trabalho se referem tanto aos acidentes ocorridos no perímetro urbano como no rural. Os outros casos serão, devidamente, especificados.

existe uma tendência natural à nível nacional de analisar e propor melhorias para o problema, partindo-se de um estudo restrito e não-sistemático . Com isso, omite-se fatores de relevância para um tratamento eficiente do mesmo, ou seja, assumem, erroneamente, que os elementos causadores dos acidentes estão ligados, exclusivamente, a uma diretriz de ações pertinentes ao momento final da conduta do motorista, ou mesmo dos pedestres.

Se, então, a análise for feita considerando, sistematicamente, todos os fatores que contribuem para o acontecimento do acidente, conseqüentemente as medidas de combate e prevenção ao mesmo serão revestidas de racionalidade e com boa probabilidade de atingir os seus fins.

No entanto, percebe-se que quando se analisa o problema a partir de uma abordagem de natureza mais abrangente como a sistêmica, certos parâmetros tornam-se, em muitos casos, de difícil mensuração. Principalmente, quando se incorporam, simultaneamente, ao estudo elementos de natureza quantitativa e qualitativa e necessita-se compará-los entre si. Por esse motivo, os Métodos de Análise Multicriterial estão sendo cada vez mais requisitados e estudados para auxiliar nas tomadas de decisões de problemas de natureza complexa, como os dos acidentes de trânsito e demais outros que fazem parte das complexas interações que regem à vida nas sociedades modernas.

Dentre esses métodos, pode-se citar o ELECTRE II, o TODIM, o LOOTSMAN e o de Análise Hierárquica de Saaty - o AHP - que trabalha decompondo o problema de forma a estruturá-lo hierarquicamente e, em seguida, comparando, através de julgamentos paritários, os elementos componentes dos níveis hierárquicos estabelecidos, o que determina, assim, a importância relativa de cada um deles. Isto resulta na escolha da alternativa mais racional para ser aplicada ao caso em questão. Pode-se, ainda, acrescentar que o método tem aplicação tanto em problemas gerais de segurança, tal qual a formulação de planos de ações regionais, estaduais e municipais, especialmente, no que se refere a definição de estratégias de atuação, como nos específicos, tal qual o da interseção em estudo nesta dissertação que apresenta sérios riscos de acidentes e uma dificuldade considerável de travessia para os pedestres.

Ademais, vê-se que esses métodos são instrumentos lógicos e eficientes que engenheiros e planejadores dispõem para auxiliar na resolução de problemas que envolva o combate e prevenção aos acidentes de trânsito. Sendo isto de relevada importância, considerando que a atuação nesta área é uma tarefa verdadeiramente complexa, pois a segurança no trânsito não é uma ciência exata, fatores sociais, econômicos e culturais interferem sensivelmente, e só um ataque sistemático alicerçado por dispositivos práticos e racionais pode resultar em modificações satisfatórias na estrutura de trânsito brasileira.

Por tudo isso, este estudo objetiva analisar as causas principais dos acidentes de trânsito, com base na abordagem sistêmica, e fazer uma análise comparativa dos acidentes entre alguns países do mundo. Oferecendo, desta maneira, condições satisfatórias de elaboração de planos eficientes de combate e prevenção aos mesmos. De outro modo, como sabe-se que para uma formulação e posterior selecionamento de tais planos, necessita-se de uma metodologia prática e racional que forneça subsídios de auxílio à escolha final, faz-se uma aplicação de um dos métodos de decisões multicriteriais, o AHP, a um problema de segurança no trânsito.

Em contrapartida, pode-se justificar este estudo partindo-se do pressuposto de que o fenômeno dos acidentes de trânsito é um problema de natureza complexa que merece uma análise abrangente e sistemática, para, assim, ter-se as devidas condições de atuar com eficiência no seu combate e prevenção.

Assim, no segundo capítulo, analisa-se os acidentes de trânsito com base na abordagem sistêmica, chegando-se, desta forma, aos fatores que têm maior importância relativa nas ocorrências dos mesmos.

No terceiro capítulo, apresenta-se a situação estatística do Brasil diante da problemática dos acidentes de trânsito, além de uma análise da evolução dos índices na décadas de 70 e 80. Por conseguinte, compara-se esses dados com as estatísticas de alguns países da África, Ásia, Europa

e Estados Unidos. Estabelecendo-se, desta maneira, conjuntamente com os fatores discutidos no capítulo II, o conjunto de critérios que servirão de parâmetros para elaboração de planos de ações preventivas e combativas aos acidentes de trânsito.

No capítulo IV, discute-se a importância de utilização de métodos multicriteriais, como o ELECTRE I, o TODIM, o LOOTSMAN e o AHP; e faz-se uma aplicação do método de Análise Hierárquica para escolha da melhor proposta de melhorias para uma interseção com alto nível de conflitos na cidade de Campina Grande-Pb. Analisando-se, posteriormente, os resultados.

E, finalmente, conclui-se esta dissertação apresentando-se as conclusões finais deste estudo, um conjunto de sugestões para a formulação de planos de ação de segurança no trânsito e algumas recomendações para estudos futuros. No apêndice I, são apresentados, brevemente, os métodos ELECTRE II, TODIM, LOOTSMAN e o AHP; no apêndice II, apresentam-se alguns outros conceitos matemáticos usados no AHP; e no apêndice III, o programa computacional utilizado na aplicação do AHP à interseção de trânsito em estudo.

CAPITULO II - ESTUDO DAS CAUSAS BASICAS DOS ACIDENTES DE TRANSITO.

II-1. Introdução.

No estudo das causas básicas dos acidentes de trânsito são utilizadas, atualmente, duas formas distintas de interpretação: uma sendo a chamada "abordagem clássica", na qual as causas são estabelecidas a partir de um estudo restrito ao local e ao tempo imediatamente anterior a ocorrência do acidente; e a outra conhecida como "abordagem sistêmica", a qual o fenômeno dos acidentes de trânsito é analisado partindo-se do pressuposto de que o mesmo faz parte de um sistema que inclui um ambiente físico, social e institucional, bem como suas inter-relações.

Esta primeira forma de interpretação é comumente utilizada nos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos, fazendo, assim, com que nestes o problema dos acidentes de trânsito seja interpretado erroneamente e traga como conseqüências a adoção de planos de ações de combate e prevenção que não conseguem diminuir os índices de acidentes. Principalmente, devido ao fato de que esta visão limitada cria uma perspectiva de estagnar o aumento dos índices de acidentes de trânsito, dirigindo ações exclusivamente ao aspecto punitivo-repressivo do homem, esquecendo-se dos demais fatores que fazem parte do sistema veículo-via-homem que têm influência direta e/ou indireta na ocorrência dos acidentes.

Por outro lado, na visão sistêmica, que é um método muito utilizado nos países desenvolvidos, os planos de ação para prevenção de acidentes de trânsito são elaborados a partir de uma ordenação sistemática de medidas que atuam tanto nos aspectos de punição, repressão e conscientização dos motoristas e pedestres, como no sentido de minimizar ao máximo as deficiências físicas das vias e dos veículos.

Baseado, então, na interpretação sistêmica dos acidentes de trânsito, fazer-se-á a seguir um estudo dos principais fatores causadores dos mesmos no Brasil, considerando-se que essa abordagem é um instrumento para estudo do problema dos acidentes de trânsito de uso recente no Brasil.

II-2. Os principais fatores causadores dos acidentes no Brasil.

II-2-1. As características físicas da via.

As características físicas das vias influenciam direto e indiretamente as ações dos usuários, visto que, as mesmas desempenham as funções essenciais de acomodação física do tráfego, de informação aos usuários e controle de seus movimentos [Rozestraten(1988)]. Desta maneira, decorre-se que quaisquer que sejam as falhas neste conjunto de atribuições da via, estas podem criar um ambiente propício à ocorrência de um desastre. Ou seja, um esquema viário mal elaborado, no seu conjunto, cria situações atrativamente satisfatórias para

os acidentes.

E isto é frequentemente visto tanto no perímetro urbano como no rural. Neste último, independentemente de situações climáticas adversas ou das condições psicossomáticas do motorista; a má manutenção da via, um projeto geométrico inseguro ou a existência de uma sinalização ineficiente podem contribuir para que os motoristas ou mesmo os pedestres cometam erros. E é importante notificar-se que geralmente não se atribui, corretamente, a este fator a sua responsabilidade relativa no acidente.

Dentre as falhas de projeto que são regularmente encontradas nas rodovias brasileiras, pode-se citar: superelevações negativas, que levam os veículos a saírem pela tangente; as distâncias de visibilidade inadequadas, que não oferecem condições do motorista perceber a tempo os obstáculos à sua frente nas ultrapassagens; sinalizações e marcações incorretas ou "invisíveis", provocando confusão de entendimento nos motoristas, que muitas vezes devido a sua velocidade, descumprem uma regra básica àquela situação, pois não foram devidamente avisados; acostamento fora de padrão; transições de curvas que não amenizam a força centrífuga revertente que atua no veículo na passagem de uma curva para outra; a ocorrência de sucessivas curvas verticais, principalmente em trechos retos; existência de rodovias com capacidade de tráfego extrapolada; existência de obstáculos laterais salientes e próximos à via trafegável,

tais como: árvores, equipamentos de rua, cabeça de pontes etc; projetos de acesso as cidades com deficiências técnicas notórias; e interseções projetadas indevidamente. Além destes, poderia-se enumerar uma diversificada gama de erros de projetos que levam ou contribuem, largamente, para que o usuário cometa infrações e conseqüentemente provoque acidentes.

Do mesmo modo, numa cidade com intenso volume de tráfego, é inevitável que surjam variados pontos de conflitos que incrementam riscos as viagens dos usuários. Desta forma, a falta de equipamentos, sinalizações adequadas, semáforos, estruturas de transposição, a própria inexistência de um planejamento do uso-do-solo em consonância com o dos transportes, a falta de uma segregação e hierarquização de tráfego e outros acarretam o eterno e perigoso conflito entre pedestres e veículos, que faz com que os índices de acidentes de trânsito sejam tão alto nas áreas urbanas.

Como pode ser visto, facilmente pode se criar um ambiente com características de risco. Por isso, é importante abordar a problemática dos acidentes no contexto geral, considerando todos os elementos físicos constituintes do meio onde o acidente ocorreu.

Destarte, entende-se que as deficiências citadas demonstram uma grande possibilidade de influência que o ambiente pode exercer sobre a conduta dos motoristas, e que, muitas vezes, estas são as principais causadoras dos acidentes de trânsito.

Por isso, a culpabilidade de um acidente deve ser

profundamente compreendida, devido ao fato de que o ambiente pode-se tornar propício, diante de suas exigências, a que os motoristas cometam pequenos erros de percepção ou reação, desencadeando sérios acidentes automobilísticos. Assim faz-se imprescindível estudar-se os efeitos deste sobre o homem de forma que se possa entender melhor o fenômeno dos acidentes de trânsito.

II-2-2. A impunidade no trânsito.

A situação organizacional caótica do trânsito brasileiro é fruto de um conjunto de deficiências que se instauraram no transcorrer do desenvolvimento dos transportes rodoviários no país.

A partir dos anos 50, quando a indústria automobilística tomou vulto e começou a expandir-se com grande intensidade, o sistema de transporte brasileiro viveu uma verdadeira reviravolta, impulsionado pelas exigências impostas pelas montadoras de criar-se um ambiente favorável ao crescimento imperativo do modal rodoviário.

Sendo assim, diante do desenvolvimento marcante do modal rodoviário, o país conseguiu construir uma estrutura viária considerável e equipar-se com uma frota de veículos digna de uma nação em desenvolvimento. Contudo, essa modernização trouxe omitida em seu arcabouço, a problemática da segurança e controle do trânsito. Visto que, a sociedade brasileira não estava devidamente preparada para assimilar os

complexos procedimentos a serem seguidos no ato de dirigir; a sua malha viária ter sido construída sem um controle técnico rigoroso; e , por fim, por não ter sido formulado um sistema de leis de trânsito eficiente que regisse com presteza as necessidades básicas de segurança dos usuários. E, com o passar dos anos, o problema dos acidentes de trânsito adquiriu proporções inadmissíveis, com seu alto nível de perdas humanas e materiais.

De outro modo, observa-se que a inexistência de uma consciência preconcebida, de uma educação de trânsito informativa e de um aparato técnico de normas de segurança eficientes na formulação dos projetos impõe ao policiamento e ao setor jurídico uma carga que extrapola seu controle e sua capacidade de atuação, precipuamente devido a estes não disporem de um contingente suficiente e preparado, e de leis e dispositivos jurídicos que os possibilitem a impor o respeito aos infratores do trânsito.

Supor que esses dois elementos finais tenham condições de deter, exclusivamente, o crescimento dos índices de acidentes de tráfego. É um pensamento irrealístico, que favorece à tomada de decisões que incorrem em medidas paliativas e, muitas vezes , inseqüentes. Não se deixando de considerar que um policiamento ostensivo em pontos críticos e um conjunto de diretrizes jurídicas embasadas em leis severas e aplicáveis, vislumbra-se num importante instrumento de ajuda no combate e prevenção dos acidentes de trânsito.

Todavia, o que se observa no Brasil em relação ao

policciamento e aos julgados de trânsito, são as deficiências funcionais e ausência, comum, de penalizações aos responsáveis pelos acidentes automobilísticos. A impunidade é quase que generalizada, é uma raridade encontrar-se um infrator das leis de trânsito, que provocou mortes e/ou prejuízos materiais exorbitantes, que esteja cumprindo uma pena compatível com o crime cometido, ou ainda, que esteja cumprindo qualquer tipo de pena.]

São poucas as cidades brasileiras que têm varas especializadas no trânsito. Segundo Valeixo(*): "O delito de trânsito " é um flagelo evitável", e isso é o lado mais grave da questão. Enquanto outros tipos de crimes, como assaltos e latrocínios, são praticamente evitáveis, pois, geralmente, são conseqüências de situações sociais, como desemprego, enfim uma existência miserável, o delito de trânsito surge pelo descaso em relação a observação de regras técnicas. E o motorista, por princípio, tem de ser alfabetizado; portanto é um privilegiado na sociedade brasileira. Por outro lado, como ocorrem os delitos de trânsito? Ocorrem quando o cidadão vai ou volta do trabalho, ou está em lazer. Em ambos os casos, trata-se novamente de um cidadão privilegiado em termos de Brasil - tem trabalho e pode ter o seu lazer "[GEIPOT(1987)].

Inúmeros são as imprudências, negligências e imperícias cometidas no trânsito. Exemplos como dirigir embriagado, que é um dos principais responsáveis pelos acidentes de trânsito; o não uso do cinto de segurança, que

(*) - Juiz de Direito da Vara de trânsito de Curitiba-Pr

faz com que normalmente em uma colisão o ocupante do automóvel sofra sérios ferimentos; e o desrespeito às sinalizações e semáforos, principalmente em locais onde seja comum o fluxo de pedestres. São algumas dentre diversas outras infrações praticadas pelos motoristas que poderiam ser combatidas com ajuda de um policiamento rigoroso. Porém é difícil esperar-se um policiamento ostensivo, se os policiais, seja por motivos de baixos salários, falta de consciência ou influência de fatores sócio-econômicos, se deixam corromper pelas chamadas "bolas", que são propinas corriqueiramente usadas pelos motoristas, quando são flagrados em qualquer espécie de infração. Não percebendo que sua atitude só serve para piorar o quadro de impunidade no trânsito. É verdadeiramente crítica tal situação, merecendo uma ação policia-judicial urgente para evitar este tipo de ilicitude.

No aspecto jurídico, está explícito no código civil, artigo 159, a prescrição que: " Aquele que, por ação voluntária, negligência, ou imprudência, violar direito, ou causar prejuízo a outrem, fica obrigado a reparar o dano ". Pode-se, então, perguntar, por que os infratores do trânsito, que provocam acidentes, por atos culposos, ocasionando perda de vidas e prejuízos materiais incalculáveis, não são, geralmente, obrigados a reparar os danos de suas infrações criminosas, de forma a que realmente haja um ressarcimento e, que este seja equivalente ao delito?

(*)- Nelson Godoy Bassil Dower - Jurista brasileiro.

Outra questão importante que deve ser considerada é a respeito dos requisitos essenciais para que haja ressarcimento dos danos à vítima. De acordo com a teoria adotada pelo sistema jurídico brasileiro, a vítima (ou representante desta, quando esta se achar impossibilitada) deverá demonstrar, de maneira positiva e concludente, que a outra parte estava dirigindo seu veículo com imperícia, imprudência, ou negligência. Visto que a obrigação de indenizar ter por "substratum" a culpa inequívoca do causador do evento ou daquele por ele responsável. Portanto para efeito de recebimento de indenização, a culpa ou dolo, deve ficar provado acima de qualquer dúvida.

Baseado nesta definição, e exemplificando o caso do atropelamento, entende-se, que é, no sentido mais lato do termo, difícil incriminar um infrator, e conseqüentemente forçá-lo a pagar os danos provocados à vítima diante das circunstâncias que geralmente acontecem os atropelamentos. Em primeiro lugar, é inevitável que a justiça necessita de uma testemunha, afora a vítima e o infrator, se este o for, para prestar esclarecimentos sobre o ocorrido. No entanto, não é fácil convencer alguém a prestar tal depoimento. Em segundo lugar, não é tão simples conseguir-se analisar uma ocorrência desse tipo em circunstâncias normais, devido a atuarem uma série de fatores que necessitam de um estudo mais profundo das técnicas de direção e condições da via referida, estudo este que deveria ser feito por pessoas capacitadas e

intimamente ligadas ao fenômeno dos acidentes. Com isso o parecer seria a forma mais justa de dar-se continuidade a um processo judicial desta natureza. Mas, o que realmente acontece, é uma decisão judicial tomada em cima de uma laudo médico e um pericial, comentários incompletos, tornando o inquérito quase que puramente jurídico.

Deve-se, ainda, acrescentar o desumano ato de abandono à vítima por parte do motorista responsável, mesmo sabendo-se que a legislação brasileira de trânsito livra o flagrante delito, se o elemento responsável vier a socorrer à vítima, fazendo com que este só se apresente 24 horas após o ocorrido. Derrubando, assim, o que era o maior empecilho para o salvamento dos atropelados.

Por outro lado, até então, percebe-se que as penas prescritas para os responsáveis em acidentes de trânsito são inaceitavelmente amenas e não condizem com a gravidade do ceifo da vida humana ou as seqüelas que estes deixam em suas vítimas e familiares. A jurisprudência dos acidentes de trânsito é um espectro do descaso proporcionado pelas autoridades diante da infima importância dada por estes aos acidentes de tráfego.

Segundo, ainda, Fragoso, em Lições de Direito Penal, a respeito de um estudo desenvolvido pela O.A.B(Organização da Ordem dos Advogados do Brasil), no Rio de Janeiro, 1971, dispõe: " como assinala o referido estudo da O . A. B, os índices de acidentes de trânsito no Brasil são os maiores do mundo, sendo, no entanto, deploráveis, as falhas de nossa legislação penal, que é totalmente deficiente e ineficaz".

Como pode ser visto, enquanto não existir um esquema de policiamento e um sistema jurídico que garanta que lições, leis e advertências, sejam lembradas e cumpridas fielmente, torna-se inviável proceder-se no sentido de conter os desdobramentos das infrações no trânsito.

II-2-3. A educação no trânsito.

A falta de educação no trânsito é uma das raízes principais do problema dos acidentes automobilísticos. Não se pode esperar de indivíduos que não receberam uma educação prévia que lhes proporcionassem um conhecimento pleno das leis e sinalizações de trânsito que os mesmos venham a atuar de uma forma consciente, previsível e, ao mesmo tempo, com máxima prudência, que resultaria com certeza numa maior segurança no trânsito.

É praticamente inevitável, pois, que o resultado desse não adestramento, seja a constante observância das incontáveis infrações que ocorrem no dia a dia do trânsito brasileiro.

Na realidade, pode-se afirmar que uma grande parte dos motoristas e pedestres brasileiros são inabilitados para trafegarem nas vias. E, esta consideração é, facilmente, vista, não somente no cotidiano do trânsito, mas também nos próprios testes de habilitação feitos nos órgãos competentes, onde como pode-se observar, a carteira de habilitação que é o

comprovante final da "capacitação" do motorista para o ato de dirigir, é negligenciada em todos os seus aspectos e retrata, categoricamente, o nível das pessoas que chegam para se submeterem aos exames.

Em primeiro lugar, esta não exige com rigorosidade, uma amostragem completa e eficiente das condições de dirigir do motorista. Faz-se ressalva, ainda, ao fato que os indivíduos que vão se prestar aos testes, fazem uma preparação de "última hora", memorizando as sinalizações e leis de trânsito para uso imediato, esquecendo-se que o importante é a sedimentação dos conceitos que cria uma consciência satisfatória de conduta no trânsito.

Do mesmo modo, observa-se, em muitos testes de habilitação, que a exigência de manuseio do veículo se resume a manobras simples que não demonstram, verdadeiramente, a capacidade do indivíduo.

Sendo assim, vê-se que uma parcela considerável de "habilitados incapazes" são, diariamente, liberados para atuarem no trânsito brasileiro.

Por outro lado, deve-se considerar que para se exigir dos motoristas uma atuação consciente e compatível com as boas normas de conduta no trânsito, é preciso que os mesmos sejam, devidamente, preparados para desempenhar tal função.

Visto que, indivíduos em condições normais, geralmente, agem seguindo uma consciência pré-estabelecida e consolidada. E este é o ponto fundamental da questão, pois esta consciência só pode ser adquirida com uma preparação contínua que faça com que os mesmos assimilem as normas de

trânsito, de uma forma definitiva. Esta concepção é a que é seguida pela maioria dos países desenvolvidos, países como a Austria e Inglaterra incrementam a educação de trânsito no currículo escolar desde o grau básico, adaptando, assim, as crianças a conviverem e respeitarem as leis de trânsito. }

Desta forma, vê-se que a educação de trânsito é primordial para um desempenho favorável na direção. Deve-se considerar, também, que dirigir é uma profissão, e para ter tal conceituação é necessário um treinamento compatível com o seu grau de periculosidade e a importância de seus serviços, visto que, é o motorista o condutor dos transportes de cargas e passageiros, ou seja, assume a posição de responsável direto pela vida das pessoas e de seus bens. Daí a importância dos treinamentos para os motoristas profissionais, como também os cursos de reciclagem e as avaliações periódicas dos mesmos, pois só assim se consegue qualificá-los para exercerem suas profissões com segurança.

Nota-se, portanto, que o dueto educação-treinamento, constitui um instrumento de capacitação de motoristas notavelmente importante, sendo-o um dos principais determinantes da boa performance no ato de dirigir.

II-2-4. As características ergométricas dos veículos.

As características físicas dos veículos podem ter, também, grande influência na ocorrência dos acidentes. Este aspecto ergométrico assume notoriedade devido a duas questões básicas:

a) a primeira sendo a da ineficiência ou mesmo inexistência de uma manutenção efetiva e periódica que faça com que os veículos trafeguem dentro das condições mínimas exigidas à segurança.

b) a segunda sendo a ausência de dispositivos de segurança que sejam compatíveis com o desempenho do veículo, ou seja, uma estrutura veicular que minimize da melhor forma a possibilidade de uma colisão ou os efeitos desta nos motoristas e passageiros.

Seja em uma ou na outra, o elemento crítico inserido no conjunto de potencialidades que os veículos dispõem e, que apresenta maior disparidade quanto às suas condições ergométricas, em um choque ou mesmo para evitá-lo, é a variável velocidade. Esta é que torna o veículo, em determinados casos, incontrolável pelo condutor, provocando destruição do mesmo e a morte de seus ocupantes. É importante salientar-se que quanto maior a velocidade empreendida mais comprometido estará o dueto homem-veículo. Pode-se, ainda, estender esta consideração para o seguinte: quanto menos equipado estiver o carro para uma situação de colisão ou mesmo para evitá-la, a velocidade trará um resultado mais desastroso.

Como pode-se notar, o desafio maior do veículo e de seu condutor no dia-a-dia em termos físicos (denotando exclusivamente a questão da ergometria), é ter aderência suficiente para combater a inércia, tanto na freada que leva o automóvel a frente, como nas curvas que arremessa o mesmo pela tangente. De outro modo, caso este desafio não seja

vencido, ou mesmo em outras ocasiões em que o acidente ocorra por motivos diferentes, o veículo tem que estar devidamente preparado para desempenhar uma função de proteção, à medida do possível, aos passageiros e condutor.

No entanto, o que se observa no Brasil são veículos, na grande maioria, com uma escassez expressiva de dispositivos de segurança, além do agravante comum à frota brasileira da má qualidade na manutenção.

Na Europa e Estados Unidos, por exemplo, já existe uma consciência estabelecida de melhorar a qualidade dos veículos em termos de aumentar-lhes a segurança. Desta forma, é comum existirem eficientes dispositivos de segurança nos automóveis dos países desenvolvidos que não são usados nos modelos brasileiros. Um exemplo da influência de um dispositivo de segurança, mesmo sendo um dos mais simples, que pode evitar colisões entre veículos, é a chamada lanterna de freio elevada, conhecida no Brasil como "brake light". Uma pesquisa realizada nos Estados Unidos com 7.000 carros, em 1991, mostrou que o número de choques traseiros diminuíram 53% nos que usavam tal lanterna. [D'Amaro(1992)]. Um outro simples acessório que não evita o acidente, mas pode desempenhar um papel fundamental na proteção dos condutores e passageiros, é o encosto de cabeça, que na prática aparenta ter apenas a função de conforto, na verdade é um eficiente protetor da coluna vertical das pessoas.

Poderia-se listar uma infinidade de dispositivos de segurança que existem e outros que aos poucos vão sendo

descobertos pela engenharia automobilística. Dentre esses novos elementos que foram descobertos e já fazem parte de alguns modelos mais caros, pode-se citar: os "air bags" que são bolsas de ar que se inflam vinte milésimos de segundo após a colisão; as suspensões ativas usadas na Fórmula 1 que dão maior estabilidade aos veículos; os freios A.B.S.(Antiblock Braking System), que evitam o travamento das rodas na hora da freada.; e demais outros, que criam, desta forma, uma perspectiva favorável para a segurança nos futuros veículos.

Por tudo isso, entende-se que é imprescindível forçar os fabricantes a que estes recorram a toda tecnologia disponível no intuito de projetar-se veículos que detenham uma estrutura física capaz de minimizar ao máximo os efeitos dos acidentes automobilísticos, bem como evitá-los quando possível.

II-2-5. As características psicossomáticas dos usuários.

O estado psíquico e físico dos motoristas e pedestres, no instante em que os mesmos estão desempenhando suas funções no trânsito, é de grande importância no resultado final de suas ações, principalmente devido ao fato de que o ato de dirigir envolve uma série de fatores que atuam direta e/ou indiretamente no sistema homem-veículo-via, provocando situações de certa forma complexas para os usuários. Com isso surge a necessidade de que as pessoas envolvidas nas interações ocorridas no sistema de trânsito, estejam nas

melhores condições psicossomáticas possíveis.

Segundo um estudo desenvolvido por pesquisadores norte-americanos, os movimentos do condutor, dos veículos e dos controles de trânsito são tão complexos, que o condutor comete um erro a cada dois minutos, dando-se uma situação perigosa a cada hora ou duas horas [GEIPOT(1987)], o que comprova que o ato de dirigir não é uma tarefa fácil.

Sendo assim, [percebe-se que qualquer que seja a adversidade física ou mental que influencie o estado psicossomático dos motoristas no momento de sua reação ou necessidade de atuação perante as indagações que o trânsito lhe oferece, estas podem ter uma influência negativa que poderá os levar a cometer um erro e, conseqüentemente provocar um acidente, ou seja, é preciso que se estabeleça um ambiente propício a boa performance do motorista, para assim ter-se condições de oferecer-lhes um mínimo possível de adversidade, que favoreçam a um erro.]

Por outro lado, deve-se considerar que mesmo o motorista mais preparado, com educação no trânsito, emocionalmente estável, circulando sobre uma via segura e com veículo atualizado em termos de manutenção, pode transformar toda sua conduta, quando está sob efeito de drogas ou bebidas alcoólicas, ou ainda, quando está desgastado físico e emocionalmente.

[O álcool e as drogas, mesmo em pequenas quantidades, diminuem os reflexos e o poder de percepção do homem. E em quantidade altas, este estimula os indivíduos a cometerem ações perigosas, caracterizadas por agressividade ou otimismo

irresponsável.

Segundo a C.E.T (Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo), na cidade de São Paulo, 50% dos acidentes graves entre veículos, somando-se aos 40% dos atropelamentos, acontecem no período da noite, onde o tráfego é muito menor, sendo o álcool o principal responsável por estes desastres automobilísticos. É só observar-se que os picos maiores de acidentes de trânsito ocorrem nos finais de semana, notadamente nas sextas-feiras e sábado à noite, ou seja, onde se consomem mais bebidas alcoólicas [GEIPOT(1987)].

Já as drogas ilegais incapacitam os indivíduos para o ato de dirigir, devido ao seu grande poder alucinógeno. Agravando-se, ainda, em decorrência de algumas provocarem efeitos prolongados no homem, o mesmo acontecendo com os alcoólatras, que independente de terem ingerido qualquer tipo de bebida no dia, podem não ter condições de dirigir [CONTRAN(1978)].

Outro aspecto que deve ser considerado e que é igualmente determinante para o desempenho do motorista é a sua jornada de trabalho. Em países como a Inglaterra, o descanso do motorista é obrigatório, estes não podem dirigir por mais de 4 horas e meia seguidas, e sua jornada diária é de nove horas no máximo [Transporte Moderno(1989)].

No Brasil, contudo, no setor do transporte rodoviário de carga, a ênfase maior ainda é dada a eficiência do serviço prestado, ou seja, a rapidez de coleta, transferência e entrega de mercadorias - mesmo que essa atribuição acarrete longas jornadas de trabalho aos seus profissionais com

permanência destes, dias e noites seguidas na cabine do caminhão, fazendo com que esses veículos tornem-se verdadeiras fontes de risco, pois são dominadas por pessoas no ápice de seu "stress físico" e mental [Rozestraten(1988)].

Segundo um estudo desenvolvido por Petzhold*, a fadiga do motorista tem um grande relacionamento com a ocorrência de uma acidente. E esta surge, principalmente, devido a contribuição dos seguintes fatores: a monotonia, precipuamente em rodovias de longo trecho; a temperatura, pois numa faixa que seja diferente de 25 a 27 graus celcius, ocorre a fadiga de calor, que é a psiconeurótica; o ruído, provocando irritabilidade dos motoristas de ônibus, com o sucessivo acionamento da campainha; as vibrações, que interferem e provocam "stress;" e a iluminação, sendo a deficiência de luminosidade incorrendo em dois tipos de fadigas: a ocular e a nervosa(devido a alta concentração, movimentos rápidos dos olhos e posicionamento preciso).

Em outro estudo denominado "Fatigue, circadian rhytm, and truck accidents" desenvolvido nos Estados Unidos, em 1977, observou-se que o índice de acidentes cresce no período da sétima à décima hora no volante, entre os motoristas de caminhões [Transporte Moderno(1989)].

Então, percebe-se, que a falha humana provavelmente ocorrerá diante dessas circunstâncias discutidas, mas, sem

(*) - Vencedor do prêmio Volvo de segurança nas estradas, 1987, categoria geral.

contudo, poder-se afirmar que existiu uma imprudência, negligência ou imperícia voluntária do motorista, pois ele foi inserido num conjunto de situações que o levaram a cometer o erro, ou seja, existe um limite psicossomático até o qual o indivíduo atua favoravelmente e consciente de suas ações.

II-3. Considerações finais.

Como pôde ser visto, a interpretação da conduta humana é acima de tudo complexa. E é incontestável, que um conjunto de circunstâncias, na maioria dos casos, determina a atuação do indivíduo, favorecendo ou dificultando a que este cometa um erro. Desta maneira, é preciso que se estabeleça um ambiente propício a boa performance do motorista, ou seja, que se ofereça um mínimo possível de adversidades aos motoristas. Este é o entendimento que precisa ser considerado no estudo do fenômeno dos acidentes de trânsito, pois só assim ter-se-á condições de avaliar coerentemente a ocorrência de um acidente e da própria culpabilidade do motorista ou mesmo do pedestre. A partir desta concepção, o problema dos acidentes de trânsito é investigado de forma a considerá-lo dentro de um sistema onde existem uma série de fatores interagindo que contribuem, efetivamente, para a ocorrência dos mesmos.

Com isso, o estudo do acidente passa a ser desenvolvido com base na "abordagem sistêmica" que trabalha considerando a influência de fatores como: as características

físicas das vias; o próprio estímulo para se cometer infrações de trânsito, advindo da impunidade que paira sobre este país; a ausência de uma conscientização pré-estabelecida nos usuários, devido a falta de uma educação básico de trânsito; a escassez de dispositivos de segurança nos veículos brasileiros; enfim, as próprias características psíquicas e físicas dos motoristas no momento em que estes estão transitando pelas vias brasileiras.

Partindo-se, então, desta nova forma de interpretação do fenômeno dos acidentes de trânsito, a consequência óbvia é que a elaboração dos planos de ações preventivos e combativos aos mesmos se tornarão mais eficientes, contribuindo assim para uma diminuição dos índices de acidentes.

A seguir apresentar-se-á, no capítulo III, o perfil estatístico do trânsito brasileiro, e se fará uma análise comparativa destas estatísticas com as de alguns países do mundo, o que demonstrará e confirmará estatisticamente os resultados sinistros da política de trânsito ineficaz adotada neste país em contraposição as adotadas nos países desenvolvidos que agem baseadas num estudo sistemático.

CAPITULO III- UM ESTUDO COMPARATIVO DOS ACIDENTES DE TRANSITO NO BRASIL E EM ALGUNS PAISES DO MUNDO.

III-1. Introdução

O estudo comparativo dos índices de acidentes de trânsito é uma forma racional de se analisar estatisticamente as disparidades existentes entre os diversos países do mundo.

Por outro lado, é imprescindível que a comparação seja feita, considerando as situações sociais, políticas, econômicas e culturais de cada país, para assim o estudo tornar-se, verdadeiramente, representativo dos casos estudados, principalmente quando se observa as gritantes desigualdades existentes entre os países desenvolvidos, os países em desenvolvimento e os subdesenvolvidos.

Desta forma, se fará uma análise comparativa das estatísticas brasileiras com as de alguns países do mundo, no intuito de se identificar algumas características singulares do trânsito brasileiro e outras que são comuns a determinados grupos de países. Com isso se terá mais condições de avaliar a situação brasileira, bem como de estabelecer certos parâmetros estatísticos de comparação entre os países.

Sendo assim, a seguir mostrar-se-ão o perfil estatístico brasileiro e uma apresentação dos principais dados fornecidos pelas autoridades competentes e, em seguida, os mesmos serão comparados com dados provenientes de países da Africa, Asia, Europa e U.S.A.

III-2. O perfil estatístico brasileiro.

O Brasil ostenta o título de campeão mundial de casos fatais em desastres automobilístico. Estima-se que ocorram 50.000 óbitos, 350.000 feridos e 700.000 acidentes de trânsito por ano [Carga & Transporte(1989)].

As estatísticas oficiais de 1989, fornecidas pelo DENATRAN, apresentam os acidentes de trânsito como causadores de 27 mil mortes e 261 mil feridos anuais. Estes números, no entanto, omitem um percentual que é desconsiderado, devido a ineficiência no processo de compilamento das estatísticas brasileiras. Segundo Seid* : "nos acidentes muitas vezes a vítima não morre no local e nem sempre os dados colhidos pelas autoridades apontam essa "causa mortis", devendo-se acrescentar um percentual de 80% ao número oficial de mortes" [Carga e Transporte(1989)]. Esta afirmação demonstra que a situação é muito pior do que a apontada pelas estatísticas oficiais, vendo-se que os dados disponíveis podem ser extrapolados a valores bem superiores aos fornecidos pelos órgãos competentes.

De outro modo, vê-se que os acidentes de trânsito tornam-se, assim, excessivamente dispendioso para o país, com prejuízos materiais que chegam a 1,5 bilhões de dólares. Além de danificar um número de veículos equivalente à metade da frota nacional, a cada cinco anos [GEIPOT(1987)]. Todavia, deve-se considerar que estas cifras são ínfimas em relação as

(*)- Moise Edmund Seid - Presidente da Associação Brasileira de Medicina de Tráfego (A.B.M.T).

incalculáveis seqüelas deixadas pelos acidentes de trânsito na sociedade. Principalmente, devido ao fato de que a concentração de mortes e traumatismos físicos e psicológicos, acontecem numa faixa etária da população considerada jovem e ativa.

Ou seja, em grande parte dos casos, quem morre são os filhos(as), cônjuge jovem, pai, ou mãe com crianças pequenas, incorrendo assim numa completa desestruturação das famílias, tanto no aspecto social como no econômico. E isto confirma-se, quando se faz uma comparação das estatísticas fatais no trânsito com as das duas principais causas naturais de mortes no país, onde se percebe que a média de idade dos mortos no trânsito é de aproximadamente 33 anos, enquanto nas doenças cardiovasculares e do câncer, são de respectivamente de 55 e 52 anos.

Soma-se, ainda, a estas conseqüências a questão que as vítimas não fatais sofrem escoriações que resultam em incapacitação temporária ou permanente para as atividades de trabalho e outras.

Segundo um estudo feito em 1231 leitos hospitalares, na área de ortopedia de hospitais conveniados com o I.N.M.P.S, registrou-se que 63% desses leitos são usados no tratamento de vítimas dos acidentes de trânsito, além de um considerável e, ao mesmo tempo surpreendentes, índices de intervenções cirúrgicas [GEIPOT(1987)].* Estes estudos mostram que os acidentes de trânsito são grandes causadores da elevação do percentual de deficientes físicos e deficiências visuais no Brasil.*

Outro estudo desenvolvido pelo Departamento Nacional de Estradas e Rodagem(D.N.E.R), a respeito do atendimento de 60 pacientes em dois hospitais localizados à margem da via Dutra, rodovia que liga o Rio de Janeiro-RJ a São Paulo, com 400km de extensão, a campeã nacional de acidentes da país, com 7.165 acidentes em 1986. Observou-se que das 60 vítimas pesquisadas 2 faleceram no caminho entre o local do acidente e o hospital, 6 morreram no hospital, 66% sofreram lesões que trouxeram riscos para órgãos e vasos vitais. Destes somente 6% obtiveram alta, considerados "curados", os outros necessitavam de um tratamento mais duradouro.

* Por outro lado, nota-se que os investimentos no setor não condizem com a verdadeira necessidade, nem tampouco se aproximam dos recursos que seriam preciso para propiciar a malha rodoviária brasileira e ao perímetro urbano, que é o maior responsável pelo número de acidentes de trânsito [DENATRAN(1989)], condições de circulação seguras para os veículos e pedestres.*

No entanto, este quadro sombrio não fica por aí, os índices de acidentes fatais no trânsito vêm assumindo a tendência de contínuo crescimento. Exceto os anos de 1961, 1965, 1975, 1980, 1981, 1987 e 1988, que decresceram em relação ao ano anterior, mas em diminutos percentuais, o que realmente prevaleceu como regra geral, em um período de quase 30 anos, de 1960 a 1989, foi um aumento significativo no número de fatalidades automobilísticas. Assim, por exemplo, em 1960, as estatísticas oficiais catalogaram 3.785 mortes no

trânsito. Em 1968, este número já chegava a 7.093, em 1976, morreram 16.151 pessoas. E, finalmente, em 1989, padeceram perante o caos do trânsito brasileiro, 27.013 indivíduos [DENATRAN(1989)]. Observando-se que todos estes números, podem sofrer um acréscimo considerável, quando considerados os sub-registros dos óbitos no trânsito.

Constata-se, também, que no Brasil 75% das vítimas dos acidentes de trânsito morrem no local, durante a remoção, ou nas 24 horas subseqüentes ao desastre. Isto devido a precariedade do atendimento inicial que é feito por profissionais e equipamentos inadequados, ou seja, sem uma estrutura que proporcione aos pacientes as condições básicas de emergência. E este fato é de notória importância, precipuamente na zona rural, pois, nesta, geralmente os acidentes acontecem em locais distantes dos centros de atendimento, sem contar com a questão da deficiência na rede pública de saúde do Brasil.

A zona rural que é pelas estatísticas oficiais responsável por 14,3% dos acidentes com vítimas fatais e não fatais [DENATRAN(1989)], revela rodovias que são verdadeiras "rotas da morte". Estradas como a Via Dutra, a São Paulo - Belo Horizonte, a São Paulo - Curitiba, a Rio de Janeiro - Belo Horizonte, Curitiba - Florianópolis, Belo Horizonte - Vitória e Maceió - Recife, que são em ordem decrescente as campeãs de acidentes no país, com 1350 mortes [DENATRAN(1986)]. Vivem uma situação anacrônica, pois, por um lado, sabe-se que estas estão no rol das rodovias mais

trafegáveis do Brasil, sendo por onde se processa o transporte da produção de uma gama considerável de cargas, ou seja, são primordiais para o desenvolvimentos de suas regiões. No entanto, por outro lado, estão em situação precária de manutenção e muitas com capacidade de tráfego saturada, provocando um número tão alto de acidentes, ou seja, não estão sendo tratadas com a devida importância e prioridade pelas autoridades governamentais.

Em termos de crescimento dos acidentes nas estradas brasileiras, tem-se que durante os anos de 1952 a 1986, os acidentes nas estradas cresceram numa proporção de 10% ao ano [CONTRAN(1986)], o que é uma acréscimo considerável nesta evolução de tragédias rodoviárias.

Outra característica marcante dos acidentes de trânsito no Brasil é que das três categorias de usuários das vias, os pedestres são o grupo de maior número de óbitos, com 10.703 morte, ou seja, 39,62% das mortes vêm das pessoas que se locomovem à pé, significando que é de alto risco percorrer as vias brasileiras, pois as mesmas não oferecem a população a devida condição de caminhar com segurança. Outrossim, vê-se que com 1918 ocorrências diárias, sendo 959 acidentes com vítimas e 74 com mortes, trafegar pelas vias rurais e urbanas brasileiras é antes de ser uma aventura, um risco perigoso, exige perícia, experiência, muita calma e, sobretudo, cuidado com as incorrências de outros veículos.

E, finalmente, percebe-se que o sistema rodoviário brasileiro sofre por suas deficiências em todos os níveis, as rodovias mais trafegadas não são mantidas em condições

favoráveis aos usuários, apresentando falhas desde o seu traçado até suas sinalizações. Dentro do perímetro urbano, o planejamento dos transportes e do uso-do-solo não apresentam segurança para a população, ou seja, oferecendo proteção aos pedestres e diminuindo os conflitos em pontos propícios aos acidentes. Além do fato, de que os usuários diretos, que são os motoristas e os pedestres, não serem preparados, devidamente, para transitar dentro dos padrões aceitáveis de conduta segura de tráfego. !

Com relação as estatísticas mais recentes publicadas pelos órgãos oficiais sobre acidentes de trânsito, que são de 1989. Pode-se dizer que as mesmas apresentam em seu escopo dados que reafirmam a gravidade do problema dos desastres automobilísticos.

No entanto, antes da apresentação dos dados sobre o país, se faz necessário alertar sobre o grau de confiança dos mesmos, visto que estes são coletados de uma forma não-sistemática e sem um acompanhamento uniforme das vítimas nas redes hospitalares.

Assim, observa-se que o processo de compilamento é caracterizado pela existência de deficiências marcantes nos métodos de coleta de dados, dentre essas falhas, pode-se citar:

- falta de acompanhamento das seqüelas das vítimas após a ocorrência dos acidentes.

- a principal fonte de informações utilizados pelos órgãos de trânsito no Brasil é constituída apenas de

boletins de ocorrência que relatam o ocorrido apenas de forma superficial com propósitos legais.

- e, por fim, as informações, atestadas pelos profissionais de saúde, nos prontuários dos acidentados, raramente fazem menção às causas das lesões verificadas, apresentando caráter estritamente médico, inviabilizando a classificação da gravidade do acidente por profissionais das demais áreas.

Sendo assim, deve-se ter precaução quando se estiver tratando com as estatísticas oficiais, pois, geralmente estas são subestimadas. Como já foi citado neste trabalho por Moise, os índices podem ser acrescidos de 80%. Confirmando mais ainda que o problema dos acidentes de trânsito no Brasil é crítico e merece uma atenção maior por parte das autoridades governamentais e da própria sociedade.

Outrossim, é importante salientar que existe uma gama considerável de dados, que quando confrontados, não se apresentam exatamente iguais, devido a esta deficiência de coleta de dados. Por isso, todos os dados usados neste estudo serão devidamente referenciados para facilitar o entendimento e confirmação posterior dos mesmos.

A seguir apresenta-se a tabela-III-1 com algumas características dos acidentes dos acidentes de trânsito no Brasil.

TABELA-III-1. Acidentes com vítimas fatais e não-fatais no Brasil(1989) por período, área e sexo.

	FATAIS E NAO-FATAIS				FATAIS	
	PERIODO		AREA		SEXO	
	DIA	NOITE	URBANA	RURAL	MAS.	FEM.
Nº	138.544	122.403	223.741	37.206	17.050	4.966
%	53,09	46,91	85,74	14,25	76,67	23,33
TOT	260.947				27.013	

Fonte: DENATRAN(1989)

Esta tabela expõe em suas entrelinhas uma conformação das características dos acidentes de trânsito no Brasil, onde prevalecem as ocorrências de acidentes fatais e não-fatais na zona urbana, com 85,74% do total, observando-se, também, que a maior incidência destes se faz no período noturno. Mostra, ainda, o sexo masculino com 76,67% do total de óbitos, ou seja, morre muito mais homens do que mulheres.

Já as figuras III-1 e III-2 trazem uma amostragem dos tipos de acidentes, mostrando que a colisão entre veículos é o tipo de acidente mais comum nas vias brasileiras. Não obstante, mesmo os atropelamentos detendo o segundo lugar, este é o maior causador de óbitos no trânsito.

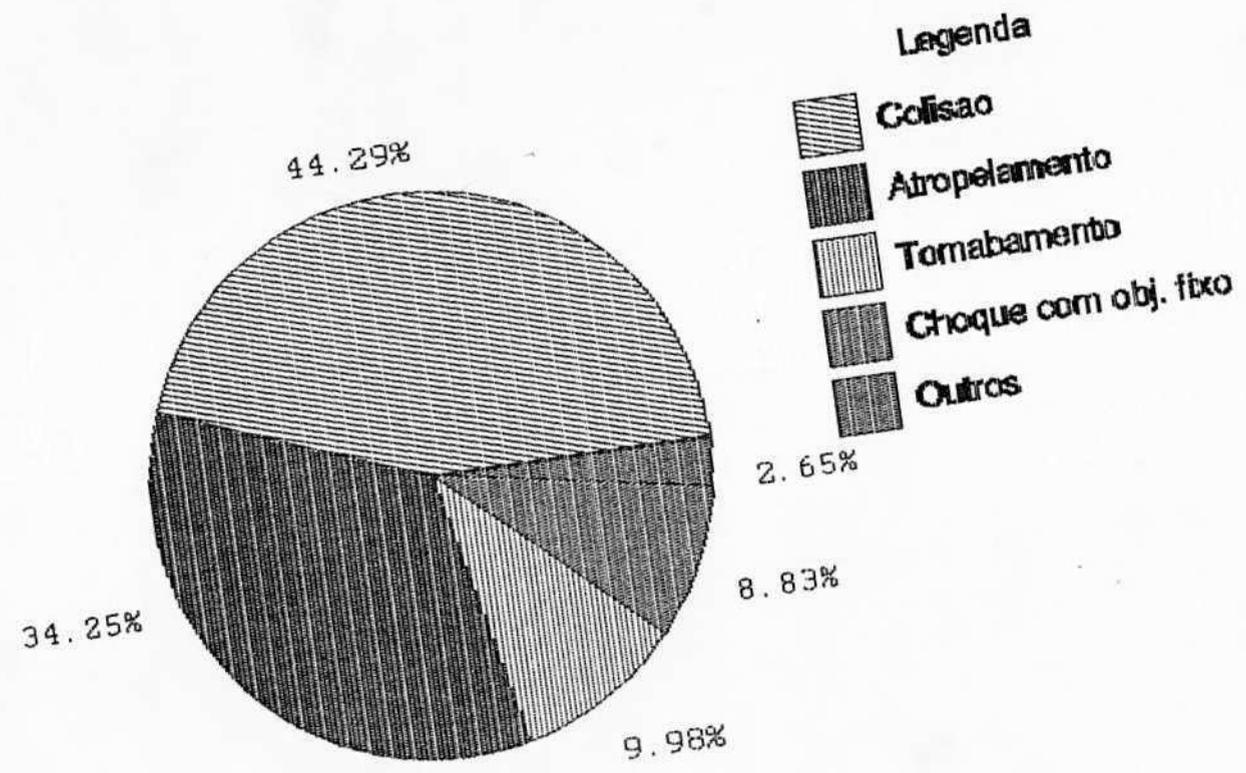


Fig III-1- Percentual de Acidentes com Vitimas Fatais e Nao-Fatais
 Fonte: DENATRAN(1989)

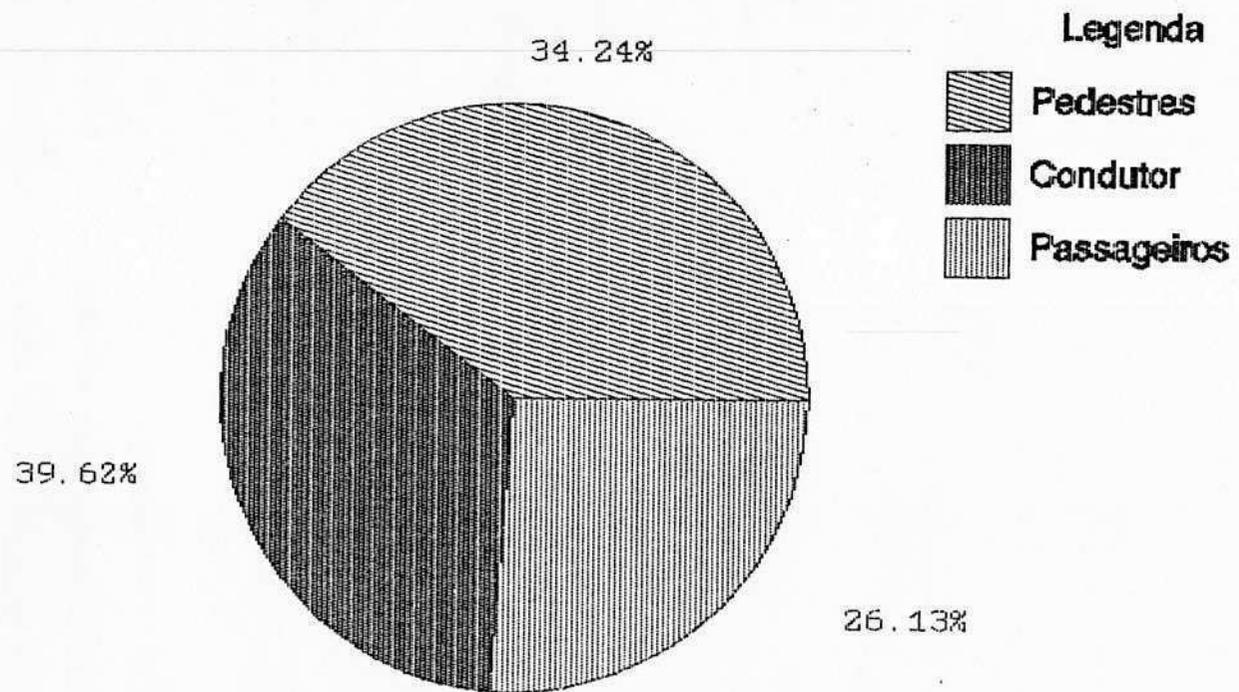


Fig. III - 2 - Percentual de Fatalidades por Grupo de Usuários
Fonte: DENATRAN (1989)

TABELA-III-2. Número de ocorrências fatais e seus respectivos percentuais por 10.000, no ano, para os estados brasileiros de maiores índices.

VITIMAS FATAIS		
ESTADO	Nº DE OCORRENCIAS	POR 10.000 VEIC.
RORAIMA	90	52,14
TOCANTINS*	75	28,26
S. CATARINA	1277	27,01
SERGIPE	276	26,19
PIAUI	252	25,21
GOIAS	1336	22,90
MARANHAO	330	22,35
R. G. DO NORTE	261	22,32
CEARA	543	21,83
AMAZONAS	304	19,31

* O estado de Tocantins por ser considerado a pouco tempo um estado, tem uma estrutura em fase de organização, favorecendo assim um índice tão elevado de acidentes de trânsito.

Na tabela III-2, faz-se uma apresentação dos dez estados brasileiros, campeões em acidentes fatais por conjunto de 10.000 veículos, percebendo-se que a maioria dos mesmos estão situados no Norte e Nordeste do país, com apenas dois das outras regiões.

Já tabela III-3 vem com uma comparação por região do número de vítimas fatais, na qual, a Região Sudeste e Sul surgem em primeiro e segundo lugar, respectivamente, e o Nordeste assumindo a terceira posição com 4380 casos, ou seja, 16,21% contra 52,1% e 18,06% do Sudeste e Sul, respectivamente.

TABELA-III-3. Número de acidentes fatais e seus percentuais relativos por regiões do Brasil, no ano de 1989.

ACIDENTES FATAIS		
REGIOES	Nº DE ACIDENTES	PERCENT. EQUIVALENTE %
SUDESTE	14.061	52,05
SUL	4.880	18,06
NORDESTE	4.380	16,21
CENTRO-OESTE	2.475	9,16
NORTE	1.235	4,57
TOTAL	27.013	100,00

Fonte: DENATRAN(1989)

É interessante fazer-se uma análise comparativa das tabelas III-2 e III-3, pois apesar do Sudeste deter, disparado, a primeira colocação no número de óbitos. Se se relacionar, por outro lado, as fatalidades com o grau de motorização, notar-se-á que os estados de maior incidência relativa de óbitos estão nas Regiões Norte e Nordeste. Chegando-se a conclusão, que mesmo com um número alto de casos fatais, os estados do Sudeste, principalmente São Paulo e Rio de Janeiro, não podem ser considerados como detentores do trânsito mais inseguro.

Pelo contrário, calculando-se o índice médio das cinco regiões, relativo a grupos de 10.000 veículos, como é mostrado na tabela-III-4. As posições se invertem, e o Sudeste aparece com o trânsito mais seguro, com um percentual médio de 12,49. Enquanto o Nordeste assume a primeira colocação com índice de 23,04.

TABELA-III-4. Número de acidentes fatais por grupo de 10.000 veículos por região do Brasil, no ano de 1989.

REGIAO	POR 10.000 VEIC.
NORDESTE	23,04
SUL	17,92
CENTRO-OESTE	17,21
NORTE	15,39
SUDESTE	12,49

Fonte: DENATRAN
(1989)

Dentre as capitais, a cidade de São Paulo é a que tem o maior número de casos fatais, 3013, seguido pelo Rio de Janeiro com 1170, sendo a capital de menor índice de fatalidades, a cidade de Macapá, no Norte do País [DENATRAN(1989)].

Sobre a evolução histórica dos acidentes de trânsito, a década de 80 apresenta algumas características marcantes e que merecem ressalva. O ano de 1986, por exemplo, foi o que alcançou os maiores índices de desastres automobilísticos. Morreram 27.306 pessoas em 879.847 acidentes, chegou a 17,4 o índice de mortes por conjunto de 10.000 veículos. Além de ser o ano que faleceram mais pedestres, superando assim todos os recordes da década.

Esta característica singular do ano de 1986, pode ser explicada com o grande incentivo que o setor produtivo teve com a implantação do Plano Cruzado*. Uma onda de consumismo varreu todo o país e a maioria dos setores produziram com sua capacidade máxima. Este panorama econômico, como não poderia ser diferente, impôs ao setor de transportes, precipuamente ao rodoviário, uma carga alta, fazendo com que este produzisse de acordo com as exigências do mercado, além do mais, como o poder aquisitivo da população cresceu, as viagens também o fizeram. Assim com uma estrutura viária já defasada e mau conservada, o acidente de trânsito no Brasil

(*)- Plano econômico implantado pelo governo brasileiro no ano de 1986 que estimulou a produção em todos os setores da economia, tinha como característica básica o congelamento de preços.

chegou a resultados, infelizmente, tão expressivos.

Por outro lado, quando se faz uma análise comparativa da década de 70 com a de 80. Percebe-se que esta última não alcançou os íngremes aumentos observados na década anterior, como pode ser visto no gráfico III-1, mostrado a seguir.

Sendo assim, o número de acidentes fatais, por exemplo, de 1969 a 1980, este cresceu, cumulativamente, em torno de 112%. No entanto, de 1980 a 1989, este mesmo índice foi de 35,70%, o que é uma diferença relativamente grande. Sendo assim, a década de 70 chegou a ter um crescimento médio de mais de 10% ao ano, enquanto na década de 80, obteve-se um crescimento de menos de 4% a.a. O mesmo ocorreu com o número de acidentes com ou sem vítimas. Em 1971, o trânsito brasileiro foi responsável por 185.289 acidentes, em 1980, 600.220 acidentes, ou seja, 584.931 a mais em 9 anos, sendo um acréscimo de 64.992 a cada ano até 1980. De 1980 a 1989 os órgãos oficiais catalogaram um aumento de 78.770, em oito anos, com um acréscimo de 9.846 acidentes ao ano, o que é muito menor que o crescimento da década anterior.

Esta inibição na ascensão dos índices de acidentes de trânsito, não pode ser considerado uma melhora significativa na segurança do trânsito brasileiro. Por um lado, porque o período de maior crescimento dos índices de acidentes de trânsito, ou seja, de 1967 a 1974, coincidiu com a fase da economia brasileira chamada de "milagre econômico", período este marcado por um grande incentivo ao desenvolvimento industrial e ao consumo, que fez com que a produção

brasileira em todos os setores se elevasse substancialmente [Koshiba & Pereira(1984)]. E, por outro lado, a partir de 1974 com a confirmação do fracasso do milagre econômico e o episódio da crise do petróleo, iniciou-se um processo de recessão que ficou mais intenso em meados de 1981. Isto acarretou uma diminuição da produção e uma racionalização no setor dos transportes, notadamente, nos transportes públicos, o que favoreceu a que os índices não tivessem uma elevação à nível dos anos anteriores.

Por tudo isso, entende-se que o país ainda está num nível de combate e prevenção aos acidentes de trânsito muito abaixo do que deveria estar, pois no decorrer dessas últimas décadas não houve uma evolução efetiva nesta área. Esta deficiência no combate aos acidentes que já foi discutida no capítulo anterior, se confirmará com mais clareza na segunda parte deste capítulo, onde se fará uma análise comparativa dos índices brasileiros com os de alguns países do mundo.

III-3. A COMPARAÇÃO ESTATÍSTICA ENTRE O BRASIL E ALGUNS PAÍSES DO MUNDO.

III-3-1. A magnitude dos acidentes de trânsito.

As desigualdades sociais, políticas e econômicas que prevalecem entre os países de primeiro mundo, os em desenvolvimento e subdesenvolvidos, assumem a mesma proporção em relação ao problema dos acidentes de trânsito. Enquanto os primeiros apresentam um decréscimo considerável nos

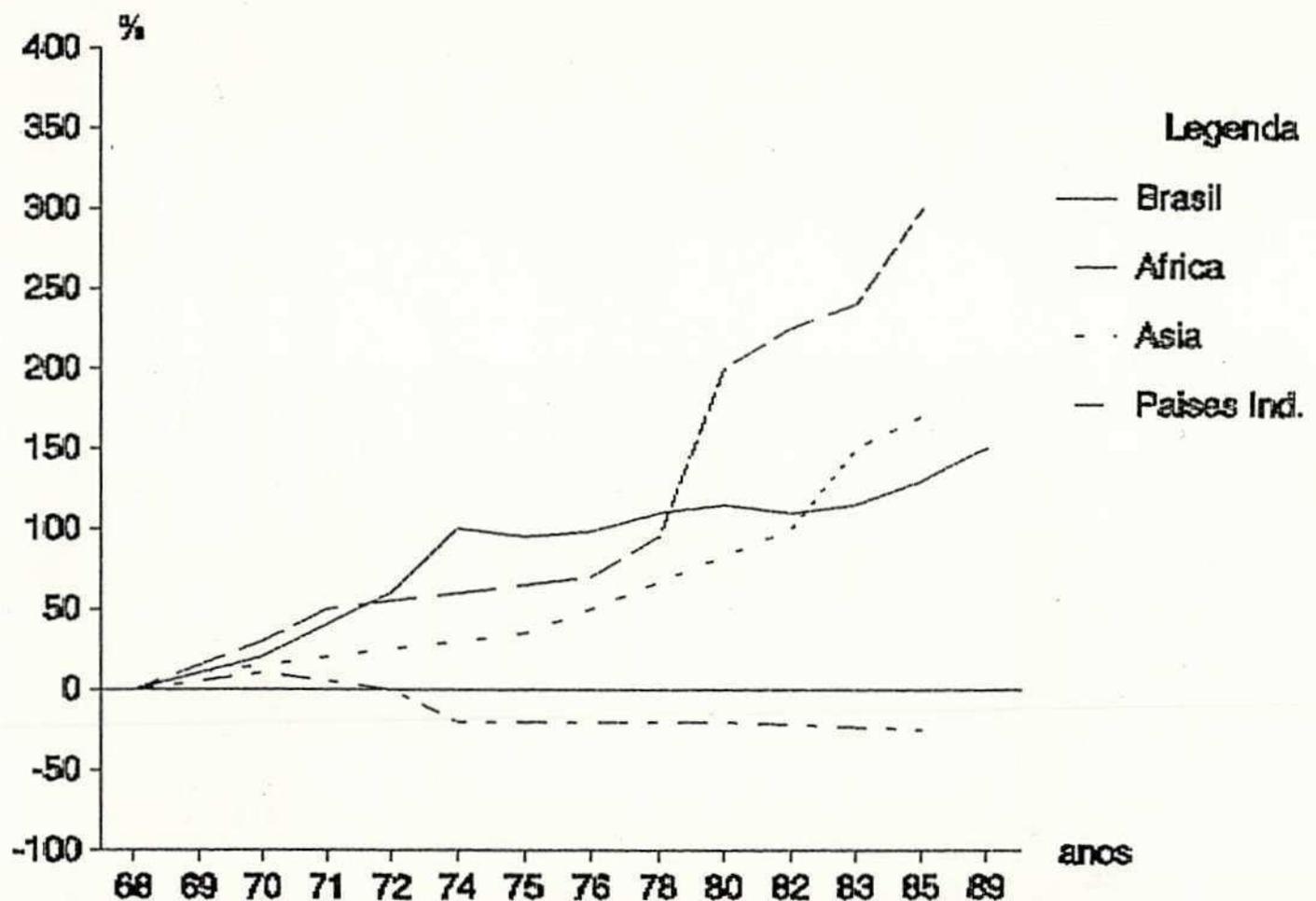
percentuais de fatalidades, no transcorrer dos últimos 25 anos, o segundo grupo, sofre com a excessiva ascensão dos acidentes em seus países. Como pode ser visto no gráfico-III-1, onde os países industrializados reduziram, drasticamente, suas fatalidades em torno de 25%, o mesmo não ocorrendo com os países da África e Ásia que alcançaram ápices de crescimento de 300% e 170%, respectivamente, e com o Brasil que neste período, teve uma variação percentual no número de fatalidades de 128%, chegando a 150% em 1989, pelas estatísticas oficiais.

Já em relação ao número de fatalidades por grupos de 10.000 veículos, como é exposto no gráfico III-2, onde se faz uma comparação entre 11 países da Europa, América do Sul, África e Ásia. O Brasil se posiciona acima do Chile, com um índice médio, entre os anos de 1985 e 1986, de 17,4 mortes, superando países como o Kuwait, Dinamarca, Bélgica, Arábia Saudita, Grécia e os demais países da Europa.

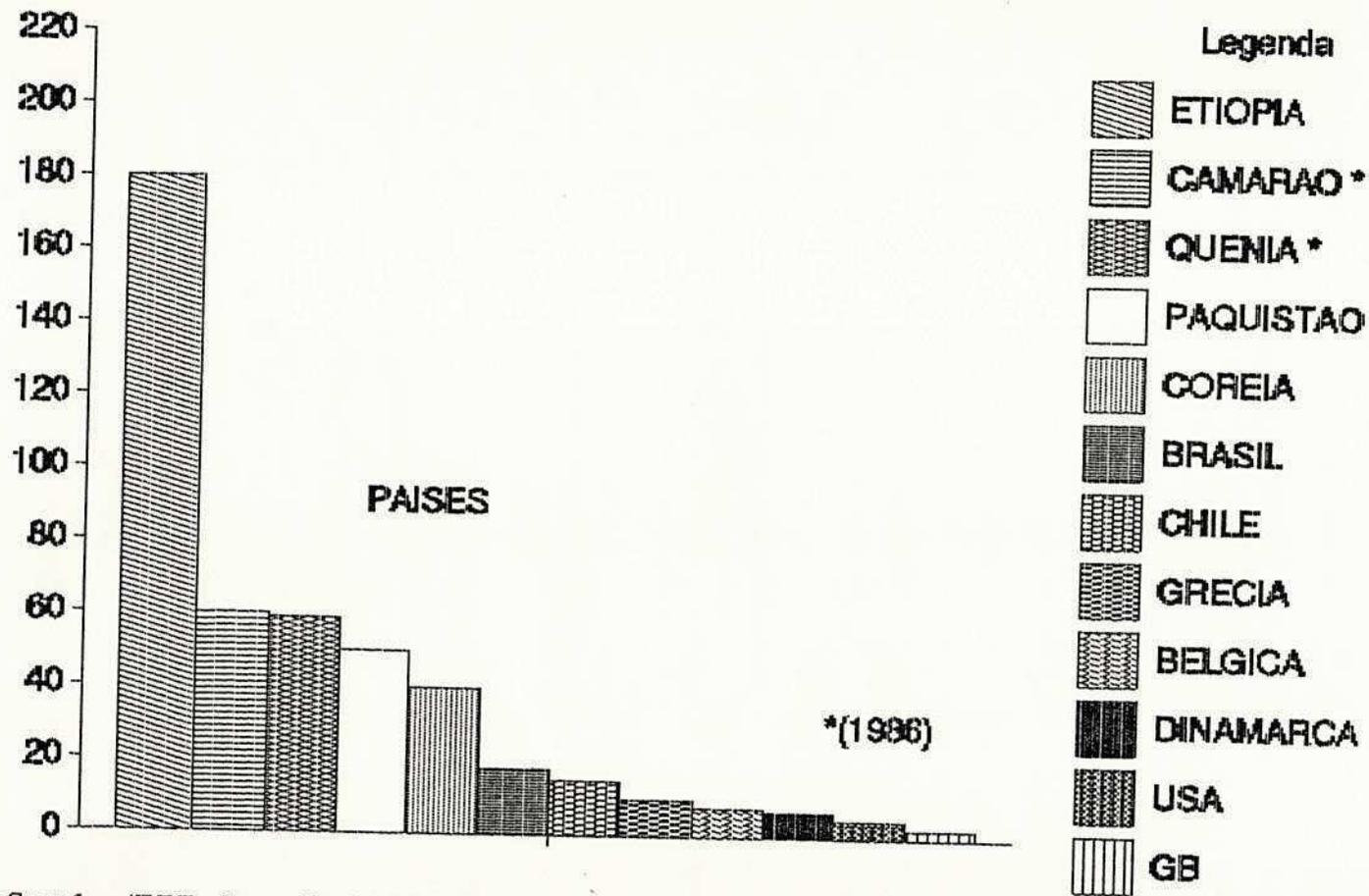
De outro modo, esboçando-se os índices de acidentes fatais por habitantes, por km de malha rodoviária e os graus de motorização de cada país, como é visto na tabela-III-5.

O Brasil aparece com um índice de 22,9 óbitos por 100.000 habitantes, o que é um número muito alto, considerando o grau de motorização do país que é de 11 veículos para cada 100 habitantes.

O único país da Europa que supera o Brasil neste índice, é Portugal, no entanto este tem o grau de motorização quase o dobro do brasileiro.



GRAF. III-1 - Crescimento do Percentual de Fatalidades
 FONTES - DENATRAN
 T.R.R.L. (Transport Reseach Road Laboratory)



Graf. III-2 - Fatalidade por 10000 Veiculos
 Fontes: DENATRAM (1989) - TRRL (1988)

TABELA-III-5. Comparação dos índices de acidentes fatais de alguns países do mundo por habitantes, por km de malha rodoviária e grau de motorização.

PAÍSES	VITIMAS FATAIS	MORTES POR 100.000 HAB.	VEIC. POR 100 HAB.	MORTE POR 1000KM DE MALHA
BRASIL	27.306	22,9	11	19,5
GRA-BRETANHA	5.618	9,9	38	15,1
FRANÇA	11.947	21,7	51	30,8
ALEMANHA OC.	8.948	14,6	52	18,2
ITALIA	7.571	13,2	41	25,1
SUIÇA	1.034	15,9	59	14,6
SUÉCIA	844	10,1	40	6,5
PORTUGAL	2.548	26,4	19	-
E.U.A	46.056	19,0	71	7,4
JAPAO	12.112	10,0	29	10,7
EGITO	4.999	10,1	3	55,5
ETIOPIA	1.258	3,0	0,1	33,2
MARROCOS	2.256	10,1	3,1(84)	39,1
NIGERIA	9.159(81)	8,9(80)	0,7(80)	84,73

Em número de casos fatais, mesmo sabendo-se que estas são estatísticas oficiais. Somente os Estados Unidos têm um número de vítimas fatais que excede o brasileiro, todavia este detém um grau de motorização sete vezes maior que o deste país. E se considerar o acréscimo defendido por pesquisadores e associações médicas como a A.B.M.T de 80%, os números nacionais chegariam a ultrapassar os do próprio Estados Unidos. A Grã-Bretanha consegue ser um dos trânsitos mais seguro de todos, com apenas 9,9 óbitos por 100.000 habitantes, mesmo com um elevado grau de motorização, e um índice de mortes por 1000 km de malha rodoviária de 15,1. Os Estados Unidos apesar de terem a maior malha rodoviária do mundo e com um grau de motorização de 71 veículos para cada grupo de 100 habitantes, detêm um índice de mortes por 1000 km baixo em relação aos demais países, sendo ainda menor que o da Grã-Bretanha.

Por outro lado, os países da Africa se apresentam em situação notadamente crítica, quando se compara os índices de fatalidades com o seu grau de motorização. Países como o Marrocos e a Nigéria, com apenas 3,1 e 0,7 veículos por 100 habitantes, respectivamente, conseguem índices de 10,05 e 9,9 óbitos por 100.000 habitantes, o que é um número excessivamente alto considerando a sua frota de veículos. Em relação ao número de mortes por 1000 km, estes extravasam qualquer um dos outros países, com índices absurdos de 84,75 (Nigéria) e 55,5 (Egito).

Os Estados Unidos, por exemplo, têm a maior frota de veículos do mundo, com um grau de motorização 100 vezes superior ao da Nigéria, mesmo assim o seu índice de mortes por 1000 km é 12 vezes menor que o deste país da África. Estes correlacionamentos servem para confirmar o quanto diferente é o tratamento dos acidentes de trânsito por parte dos países desenvolvidos e os de terceiro mundo. Chega a ser até desproporcional certas comparações, diante da grande disparidade de índices. Ratificando a tese que não é por ter uma frota de veículos alta em relação a sua estrutura viária, que este trânsito venha a ser mais ou menos perigoso, interessando, pois, a sua organização e controle.

A seguir passar-se-á a fazer a análise comparativa de acordo com alguns tópicos característicos inerentes a situação do fenômeno dos acidentes de trânsito de alguns países.

III-3-2. A natureza do problema dos acidentes de trânsito nos países do terceiro mundo.

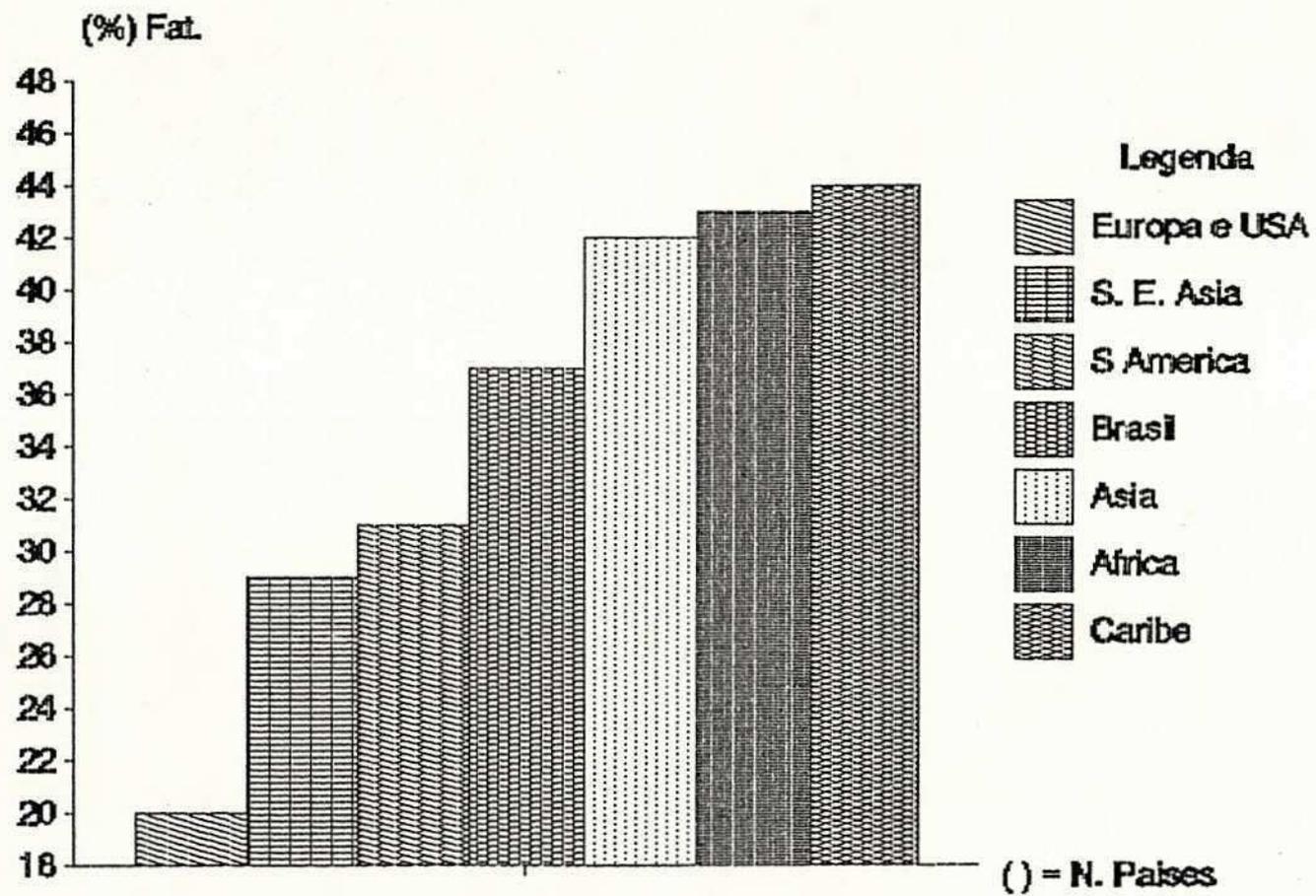
É importante também se fazer um estudo estatístico da natureza do problema dos acidentes de trânsito, de forma a identificar as suas principais características, bem como os fatores que mais contribuem para a ocorrência dos mesmos, pois assim ter-se-ão condições de estabelecer-se alguns parâmetros de comparação entre os países, considerando seu

grau de desenvolvimento diante do fenômeno dos acidentes de trânsito. E isto é de grande valia quando se deseja aproveitar medidas que foram adotadas com sucesso em outros países, visto que seu aproveitamento só será viável com o entendimento claro das características dos acidentes da área em estudo, principalmente considerando as similaridades existentes entre as situações de alguns países.

Sendo assim, deve-se observar que existem características nos acidentes de trânsito que são comuns aos países do terceiro mundo e as vezes até aos desenvolvidos. Por exemplo, a percentagem de fatalidades no grupo de pedestres e na faixa etária de jovens abaixo de 16 anos que é elevada em países da África, Ásia e Brasil, também o é na Grã-Bretanha e em alguns países da Europa [Downing(1991)].

De outra forma, o Brasil detém um número de acidentes fatais, com pedestres, acima da média da América do Sul, chegando a ser quase o dobro dos índices dos países da Europa e E.U.A. O mesmo ocorrendo com os países do terceiro mundo, como é visto no gráfico-III-3 a seguir, comprovando assim a ausência de proteção aos pedestres nestes países. Já a nível de faixa etária, considerando as fatalidades em grupos abaixo de 14 anos, o Brasil aparece com 12,16%, e de 15 à 24 anos, tem-se, 18,86%, ou seja, 31% das mortes no trânsito são de jovens brasileiros.

Deste modo e considerando os dados mostrados a seguir na tabela-III-6, tem-se que os países do terceiro mundo apresentam um alto percentual relativo de fatalidades nos



Graf. III - 3 - Percentual de Fatalidades no Grupo de Pedestres
 Fontes: DENATRAN (1989) - TRLL (1989)

TABELA-III-6. Comparação do número de fatalidades por faixa etária e modos de transporte, no Brasil e em alguns países da Africa.

PAISES	PERCENTAGEM DE FATALIDADES(%)	
	COM CRIANÇA ABAIXO DE 16 ANOS	ENVOLVENDO CAMINHÕES E ONIBUS
EGITO (1984)	16	25
GHANA (1989)	28	50
PAQUISTAO (1988)	14	44
NOVA GUINE (1987)	20	37
ZIMBABUE (1989)	11	45
REINO UNIDO (1989)	9	21
BRASIL (1989)	12	16*

Fontes: DENATRAN

T.R.R.L - CROWTHORNE - BERSKSSHIRE

(*) - Este percentual se refere a acidentes com vítimas, pois o DENATRAN não fornece o percentual de fatalidades por categorias de veículos isoladamente.

grupos de pedestres e de crianças abaixo de 16 anos, além do fato de observar-se que grande parte dos acidentes fatais nesses países envolvem caminhões, ônibus e outros veículos de transporte público.

Em muitos casos, estes altos percentuais são conseqüências óbvias das diferenças presentes nas características de tráfego e da própria educação da população dos países desenvolvidos e dos em desenvolvimento [Hills(1991)].

Por outro lado, as investigações à respeito dos fatores que contribuem para os acidentes de trânsito, notadamente nos países de terceiro mundo, são conduzidas de uma forma não-sistêmica e altamente específica, como já foi discutido no capítulo anterior, se restringindo a um estudo, predominantemente, ocasional, sem aprofundamento nas suas causas básicas.

Destarte, a tabela-III-7 esboça um aparato de dados referentes ao estudo das causas principais, em alguns países em desenvolvimento, incluindo o Brasil.

Em geral, os dados apresentados pelos órgãos informativos desses países são embasados em "boletins de ocorrências", fornecidos pelas suas polícias de trânsito, devendo-se, por isso, tratá-los com precaução, pois os boletins são preenchidos por policiais que não tiveram um treinamento específico de engenharia, ou seja, estes não têm as qualificações necessárias para avaliar as contribuições dos problemas de engenharia na ocorrência de um acidente [Downing(1991)].

TABELA-III-7. Causas presumíveis de acidentes de trânsito em alguns países em desenvolvimento e subdesenvolvidos.

PAISES	PRINCIPAIS CAUSAS DOS ACIDENTES (%)			
	ERRO DO USUARIO	DEFEITO NO VEICULO	ADVERSIDADES NA VIA	OUTROS
BRASIL (1981)	66	4	2	28
AFEGANISTAO(84)	74	17	9	-
CYPRUS (1982)	94	1	5	-
ETIOPIA (1982)	81	5	-	14
INDIA (1980)	80	7	1	12
IRAN (1984)	64	16	20	-
PAQUISTAO(1984)	91	4	5	-
FILIPINAS(1984)	85	8	7	-
MALASIA (1985)	87	2	4	7

Fontes: DENATRAN

T.R.R.L

Vale salientar que a última vez que houve publicação à nível nacional sobre "as causas presumíveis" dos acidentes de trânsito, pelo órgão responsável por tal função, o DENATRAN, foi em 1981. No entanto, já foram feitos outros estudos à respeito, mas sendo estes específicos, como por exemplo o do D.N.E.R, que apontou o motorista com 80% da responsabilidade nos acidentes [GEIPOT(1987)].

Este estudo de comparação estatística envolvendo o fenômeno dos acidentes de trânsito entre o Brasil e alguns países do mundo, ajuda a entender a situação nacional, bem como a avaliar sua posição mundial à nível de combate e prevenção aos mesmos. Tendo isso importância relevante tanto no aspecto de informação à população e às autoridades de trânsito, como na própria elaboração de projetos que se pretenda aproveitar medidas que foram adotadas em outros países.

III-4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Conciliando-se, então, as análises comparativas deste capítulo com a forma de interpretação sistêmica que fornece as causas principais dos acidentes de trânsito, no capítulo II, torna-se, agora, mais racional, formular-se os planos de ação de prevenção e combate aos acidentes de trânsito.

Entretanto, mesmo os projetos mais simples de segurança, requerem métodos lógicos para escolha das melhores propostas, pois tem-se que considerar, sistematicamente,

todos os fatores que contribuem para a insegurança da área em estudo, ou seja, estabelecer critérios de avaliação para os projetos. Todavia, como certos fatores não são facilmente mensuráveis e ao mesmo tempo assimiláveis pela mente humana, no caso de uma tomada de decisão, de um julgamento a ser proferido para uma determinada situação controversa. Urge, então, a necessidade de métodos, tais quais os de análise multicriterial, que consigam superar essa deficiência humana de forma a oferecer ao indivíduo ou grupos destes, que decidirão sobre a questão em pauta, um meio prático-racional de discernimento do problema que lhe é apresentado, no qual este(s) terão que escolher a alternativa que trará um melhor resultado.

Desta maneira, fazer-se-á, a seguir, a aplicação de um dos métodos multicriteriais de auxílio à decisão, o AHP, a um problema de segurança no trânsito, ou seja, uma interseção que apresenta sérios riscos para os seus usuários, motoristas e pedestres, no intuito de oferecer subsídios lógicos para escolha da melhor alternativa de projeto a ser implantada no cruzamento.

IV-1. Introdução.

No mundo moderno, uma tomada de decisão que envolva múltiplos objetivos e diversos critérios de avaliação expõe o decisor único ou em grupo a uma situação de dificuldade preponderante. Isto torna-se, ainda, mais complexo diante da interligação dos objetos da decisão, das estratégias e/ou das alternativas existentes na situação estudada [Gomes(1990)].

Destarte, faz-se imprescindível a utilização de métodos de natureza científica no intuito de oferecer subsídios lógicos aos decisores nas suas tomadas de decisões.

Na perspectiva, então, de suprir essas necessidades, disciplinas como a matemática aplicada, a economia, a teoria das organizações e outras que fazem parte da chamada "pesquisa operacional", surgem neste campo de estudo, oferecendo base científica e racional na tentativa de ajudar no solucionamento dos problemas pertinentes as complexas interações da sociedade atual. Como, por exemplo, o dos acidentes de trânsito, que é um problema de natureza sistemática e envolve uma diversificada gama de fatores, tais como: a ausência de educação no trânsito, as deficiências físicas nas estruturas viárias, a própria questão da impunidade no trânsito, enfim, uma série de outros fatores que atuam direta e/ou indiretamente na sua ocorrência.

Sendo assim, a pesquisa operacional, nos últimos quinze anos, vem enriquecendo sua estrutura literária com o aparecimento de inúmeros métodos alternativos, que são valiosos instrumentos de auxílio à tomada de decisões sob múltiplos critérios. As grandes vantagens desses métodos são: a possibilidade de proceder-se o estudo, trabalhando-se, ao mesmo tempo, tanto com dados ou critérios quantitativos como os de natureza qualitativa; estarem ligados a uma modelagem do processo decisório bem mais próxima da realidade que os processos unicriteriais; e terem a capacidade de trabalhar, simultaneamente, com uma diversificada gama de diferentes aspectos [Saaty(1988)].

Com base nessas considerações, pode-se ver que as decisões serão analisadas de uma forma mais abrangente e mais próxima da realidade. Aliás, nos dias de hoje, a prática demonstra que são raríssimas as decisões proferidas sob um único critério.

Por tudo isso, é, logicamente, compreensível a importância e a supremacia da abordagem multicriterial sobre as demais formas de análises de tomadas de decisões, ou seja, os métodos de Análise de Decisões com Múltiplo Critérios (A.D.M.C) podem ser usados largamente nos problemas da sociedade moderna.

Dentre estes, pode-se citar o ELECTRE II, que é uma extensão do ELECTRE I, o qual se caracteriza por ser modelo de classificação de alternativas que através de uma comparação paritária de projetos, determina a ordenação de

metod

prioridades para a execução dos mesmos; O TODIM que é um método analítico que tem a finalidade de servir de "sistema de suporte para escolhas"; O método LOOTSMAN que tem a finalidade de ordenar as alternativas através de um decisor ou de grupos diferentes de decisores; e o AHP que é um método de decisão multicriterial que pode ser definido como uma teoria geral de medição e tem as finalidades básicas de incluir e medir os fatores de maior importância dentre atividades que requeiram decisões lógicas e racionais. Sua metodologia parte do princípio de que se deve representar um problema de decisão a partir de uma estruturação hierárquica com o intuito de empreender-se uma priorização de todos os objetivos, critérios e ações relevantes ao problema em questão. Isto tudo com base em julgamentos de grupos decisores que avaliam os critérios ou atributos e ações com relação a critérios, através de comparações paritárias. No apêndice I, são feitas outras considerações sobre esses métodos, apontando-se algumas de suas características singulares e suas principais diferenças, sendo dada uma ênfase especial ao AHP.

Ademais, pode-se dizer que o método AHP foi o escolhido para aplicação neste estudo, devido, principalmente: a sua vantajosa capacidade de trabalhar estruturando um problema de forma a hierarquizá-lo, o que facilita, sobremaneira, o entendimento e oferece subsídios mais satisfatórios para o tratamento de problemas como o dos acidentes de trânsito; a possibilidade de incorporar no estudo todos os fatores que influenciam na ocorrência de

acidente de trânsito, sejam eles de fácil mensuração ou não; a possibilidade de concatenar as opiniões de diversos especialistas; a sua adaptabilidade de uso, tanto para problemas específicos, como é o caso da interseção de trânsito em análise, como para problemas mais gerais no que concerne a definição de diretrizes de ações; e inúmeras outras que o qualificam para o uso no problema dos acidentes de trânsito.

Sendo assim, a seguir, procede-se a aplicação do Método de Análise Hierárquica a um caso de uma interseção de trânsito nesta cidade, salientando-se que a aplicação será empreendida a este caso específico devido a restrições de recursos humanos e financeiros e por este ser um problema de segurança no trânsito comum a muitas cidades brasileiras.

IV-II. As características da interseção de trânsito em estudo

A cidade de Campina Grande, com 320.000 habitantes, uma frota de 34.000 veículos (1992) e situada no Nordeste do Brasil, apresenta um sistema de trânsito com deficiências em todos os seus níveis e com tendência futura de degradação ainda maior, diante da configuração atual de suas vias, de seus planos aleatórios de alocação de fluxo e do contínuo crescimento de sua frota. O que não difere da situação da maioria dos centros urbanos de porte médio.

Assim, tem-se uma área central caracterizada por uma severidade substancial de conflitos entre pedestres e veículos. Nos corredores principais e secundários não se encontra uma sinalização adequada nem tampouco uma proteção eficiente para os pedestres, exceto raríssimas exceções, inexistente uma hierarquização de tráfego pré-definida nas vias e seu planejamento de uso-do-solo é incompatível com o dos transportes, além de diversas outras deficiências que fazem parte do panorama de trânsito das cidades brasileiras.

Por tudo isso, entende-se, que é necessário, além de conscientizar a sociedade através de educação e treinamento, empreender-se mudanças estruturais, variadas, em todos os níveis de trânsito dessas cidades.

No entanto, como percebeu-se no transcorrer deste estudo, existem inúmeras medidas a serem aplicadas, e estas variam de acordo com as características da área em estudo e o objetivo ou objetivos pretendidos.

Portanto, surge a necessidade de utilização de um método racional para auxílio à tomada de decisões que envolva tanto os multicritérios inerentes ao problema em questão, como também os objetivos, os fins que este anseia atingir.

Desta forma, estuda-se o caso de uma interseção da cidade de Campina Grande, na qual se fará o uso do método de Saaty (the Analytic Hierarchy Process - AHP), sabendo-se, antemão, que este poderá também ser usado nas demais localidades da cidade que apresentem problemas de segurança.

O cruzamento escolhido foi o encontro das ruas Pedro I X João Moura(ver figura IV-2), localizado no Bairro do São

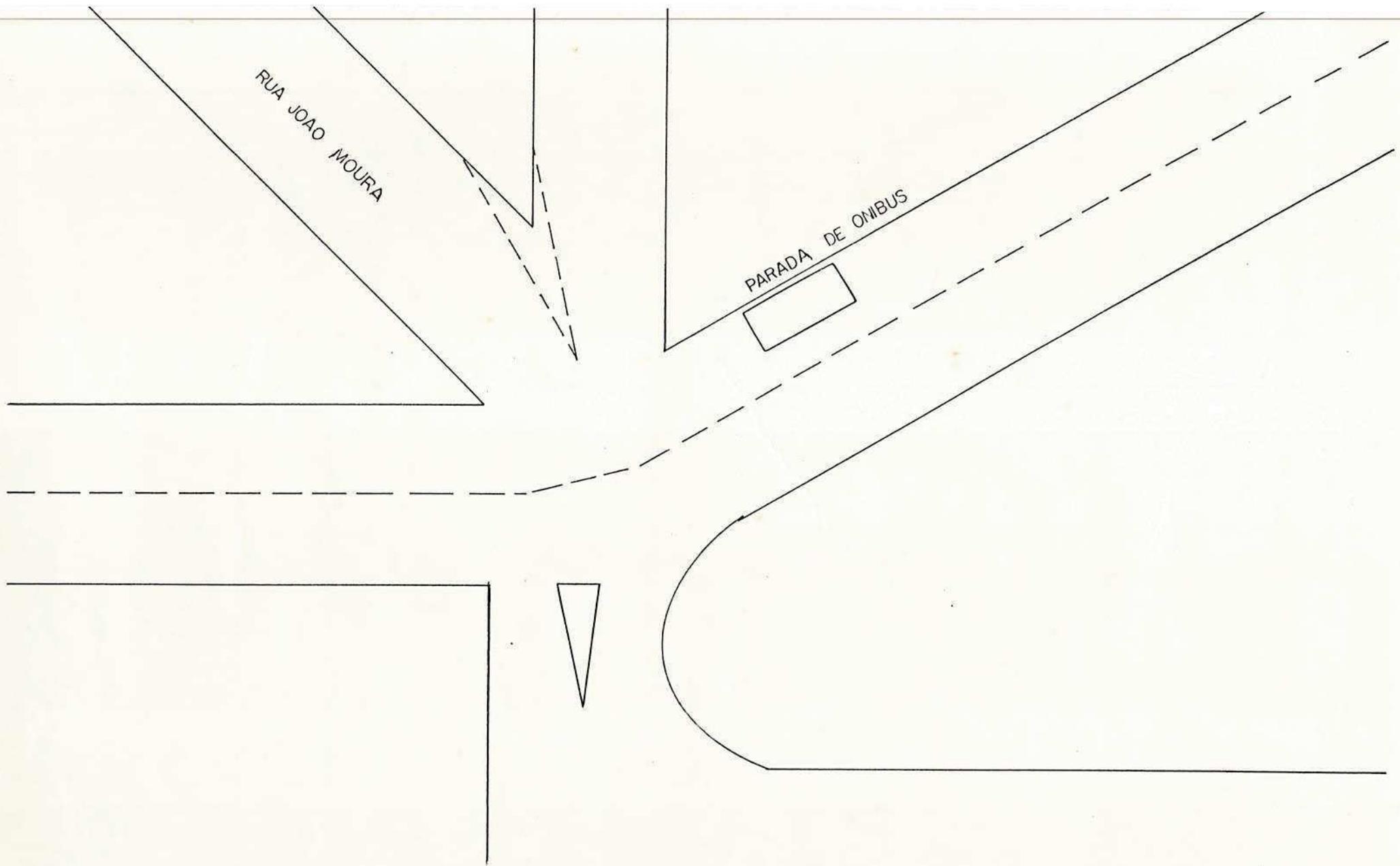


FIG. V.2 - Representação Gráfica do cruzamento das ruas João Moura x Pedro II

José, área Sul da cidade, que é um dos pontos de maior incidência de acidentes de trânsito na cidade, além de ser um dos únicos cruzamentos onde não foram implantadas medidas de segurança dentre os principais pontos negros da cidade.

Esta é uma interseção, praticamente, desprovida de sinalização, com dificuldade acentuada para travessia de pedestres e um intenso índice de conflitos veículo/veículo e veículo/pedestre. Outra consideração importante é que apesar do número oficial de acidentes ser irrelevante, no dia a dia, o que se observa são constantes colisões no local que não são notificadas diante da deficiência marcante da coleta de dados na cidade. Sendo, pois, facilmente, observável a severidade de conflitos neste ponto e a necessidade de adoção de medidas para aumentar-lhe a segurança.

IV-III. O procedimento de aplicação da metodologia.

O método de Saaty, o AHP, foi, então, aplicada na tentativa de solucionamento do problema existente numa interseção desta cidade, caracterizada por intenso conflito entre veículos e pelas dificuldades de travessias que os pedestres enfrentam no dia-a-dia.

Deste modo, o estudo se baseou nos fatores que mais contribuem para a situação de periculosidade do cruzamento, considerando tanto os critérios de ordem quantitativa como os de ordem qualitativa, ou seja, trabalhou-se analisando o

problema sob múltiplos critérios de avaliação, o que incorreu na elaboração de três alternativas.

A questão básica era decidir qual das três propostas seria a escolhida para se atender as finalidades pretendidas e quais os fatores de maior importância relativa no contexto geral do problema em estudo. Com este intuito, então, partiu-se para a aplicação do AHP.

Sendo assim, o primeiro passo proferido foi o de decomposição ou estruturação do problema sob os auspícios de uma hierarquia definidora, como é mostrado na figura-IV-I.

Nesta parte inicial do processo matemático de Saaty, a estruturação é feita seguindo uma hierarquia entre níveis, como pode ser visto na figura a seguir, onde no primeiro nível representa-se o objetivo, a satisfação técnica pretendida diante dos anseios fins da questão em estudo; no segundo nível, os cinco fatores que contribuem para a situação presente e que servirão de parâmetros de avaliação para se conseguir o objetivo pretendido, ou seja, os atributos; e no terceiro nível, as três propostas de melhorias para o cruzamento que foram elaboradas com base nos critérios avaliativos do segundo nível e no objetivo do primeiro nível, considerando que os níveis foram concebidos sob a ótica operacional.

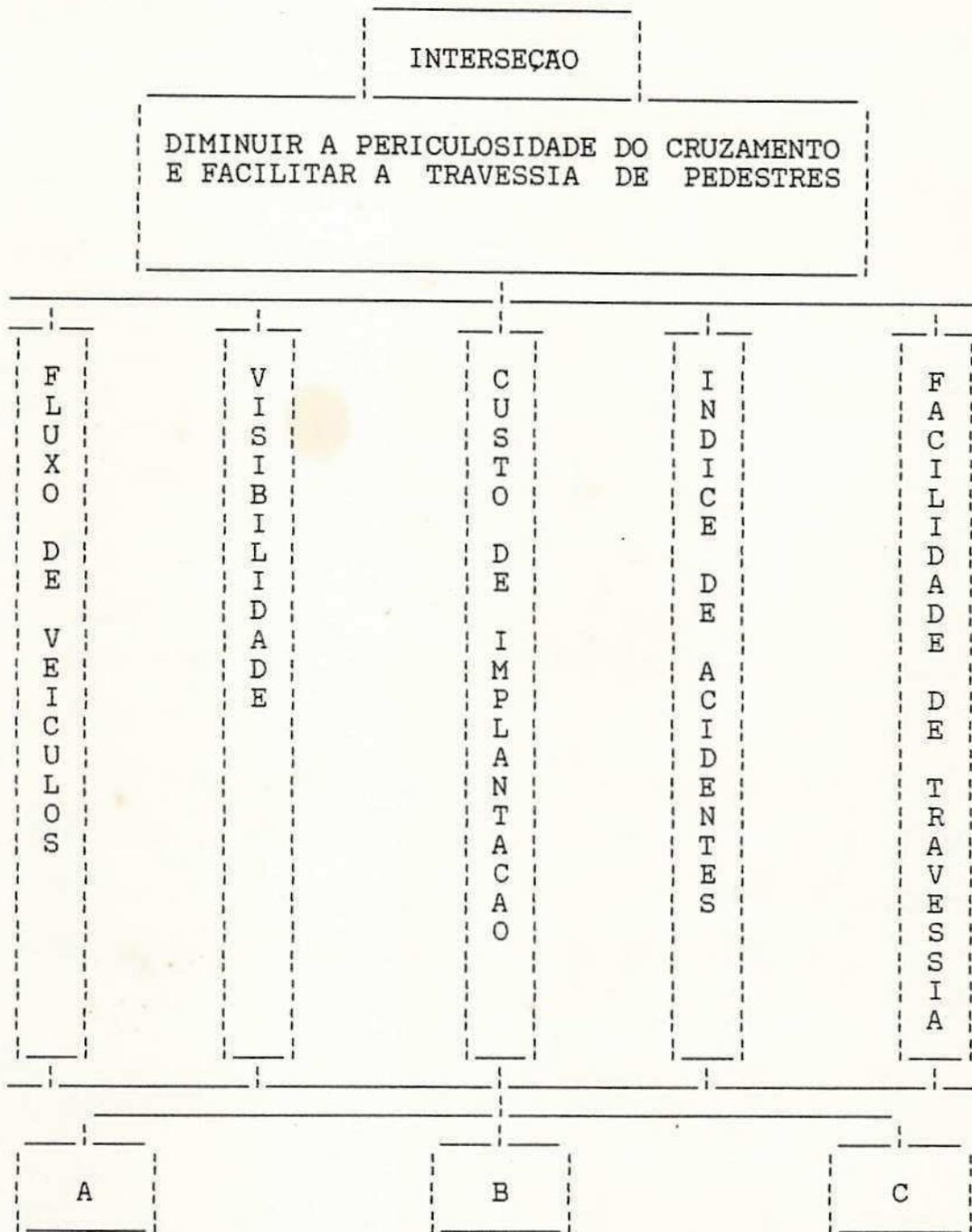


FIG.IV-1 - Hierarquização do problema da interseção.

IV-IV. A escolha dos elementos componentes dos níveis hierárquicos.

Inicialmente, definiu-se a satisfação ou objetivo final da tomada de decisão, a qual se caracteriza pela sua pretensão de diminuir a periculosidade do cruzamento em termos de conflitos veículo/veículo e veículo/pedestre. O que favorecerá a uma diminuição dos acidentes locais e melhora de acessibilidade para as travessias dos pedestres. Cabe salientar que a satisfação aspirada (objetivo) é consequência de uma análise técnica sob a ótica do operador, desconsiderando os aspectos políticos contrários e/ou a insatisfação dos usuários, se esta vier a ocorrer.

Os fatores ou critérios de influência, considerados de importância na determinação das propostas sugeridas, foram concebidas de acordo com as normas técnicas de implantação de sinalizações semaforizadas, além de um estudo da localidade com ajuda dos técnicos do DETRAN e CPTRAN. Desta forma, os fatores escolhidos foram os seguintes:

- 1) Fluxo de veículos.
- 2) Visibilidade
- 3) Custo de implantação.
- 4) Índice de acidentes.
- 5) Facilidades de travessias para os pedestres.

A justificativa para a utilização do primeiro critério citado reflete da padronização técnico-operacional de implantação de sinalizações semaforizadas ou não, de exigir um volume veicular mínimo, que será o volume médio equivalente a um intervalo de oito horas do maior volume na interseção estudada. Obtido de uma contagem que, preferencialmente, seja realizada das 7:00 às 20:00 horas.

A visibilidade ou distância de visibilidade, segundo o CONTRAN:, " é a visão que o motorista dispõe, ao se aproximar de uma interseção, de modo que ele perceba qual o comprimento das vias interceptantes, exercendo, por isso, total controle de seu veículo e evitando colisões".

Desta forma, entendeu-se que o cruzamento estudado apresenta um sério problema de visibilidade. Em primeiro lugar, devido a própria configuração geométrica do setor, que dificulta, sobremaneira, a visão do motorista em relação ao seu concorrente da via conflitante. E em segundo lugar, tem-se um terminal de parada de transporte coletivo(ônibus) que restringe ainda mais a visão dos motoristas, além de prejudicar a dos pedestres que atravessam a via preferencial, justamente, no ponto de parada dos ônibus, como pode ser visto na figura IV-2.

Já o terceiro fator de influência é o econômico, que deve ser geralmente considerado em situações que envolva tomada de decisão, mesmo que este não venha a merecer uma posição de destaque diante de sua ínfima importância em relação aos benefícios decorrentes da implantação ou não das

propostas listadas. O custo de implantação das alternativas foi inserido no rol dos critérios, devido a sua capacidade de oferecer ao estudo a condição, à medida do possível, de fazer-se uma comparação de benefícios e custos, mesmo que restrita e implícita, entre as alternativas em conflito.

O quarto critério, que é o do índice de acidentes, por si só, poderia justificar a implantação da alternativa A, que é a utilização de um semáforo. Para isso, o cruzamento teria que atender os seguintes pré-requisitos, segundo o CONTRAN:

a) os acidentes registrados são do tipo corrigível por semáforo.

b) todas as tentativas para diminuí-los, através de soluções menos custosas e menos radicais, não atingiram o objetivo.

c) ocorre um mínimo de 5 acidentes com vítima por ano. Todavia, os itens (b) e (c) não condizem com a realidade do cruzamento estudado, desta forma, sua onipotência em relação aos demais critérios faz-se ausente, cabendo ao grupo decisor atribuir-lhe sua devida ponderação com relação aos outros critérios.

O último critério, que é o de facilidades de travessias para os pedestres é de certa forma um fator qualitativo e tem importância relevante, devido a existir próximo ao cruzamento, uma escola pública de primeiro grau, ou seja, freqüentada por crianças que usam a via preferencial como roteiro de travessia de suas viagens.

Com relação as propostas lançadas para diminuir a periculosidade do cruzamento e facilitar a travessia dos pedestres no mesmo, pode-se dizer que estas foram formuladas seguindo uma análise técnica, ou seja, sob a ótica operacional. Não considerando, assim, alternativas que considerassem mudanças radicais de traçado, de fluxos ou mesmo interdições. Deste modo, foram concebidas propostas de projetos de natureza específica ao contexto da área em estudo. No entanto, poderia-se ter incorporado ao estudo alternativas que defendessem mudanças estruturais na zona, na qual o cruzamento está inserido.

Sendo assim, depois de um estudo detalhado da interseção e das consultas com os técnicos, foram elaboradas as seguintes propostas:

1) a proposta A consiste na implantação de uma sinalização semaforizada com faixas de pedestres, além de considerar um tempo de vermelho para os três acessos da via preferencial, e retirada da parada de ônibus.

2) a proposta B consiste na utilização de uma sinalização não semaforizada, vertical e horizontal de natureza ostensiva, com placas verticais de redução de velocidades e de advertência de travessia de pedestre. Na horizontal, pinturas no asfalto, dentro dos padrões pré-estabelecidos pelos órgãos competentes, de advertências tipo: ESCOLA, DEVAGAR. Implantação de redutores de velocidades, à base de tachões, com avisos prévios, na via secundária, sentido Açude Velho - cruzamento, e, também, retirada da

parada de ônibus da esquina do cruzamento.

3) nenhuma adoção de medidas no momento, aguardar o aumento do fluxo de veículos e pedestres e do índice de acidentes, para assim proceder-se as modificações adequadas a situação futura.

Sobre o procedimento das entrevistas, pode-se dizer que foram escolhidos os especialistas considerados de maior capacidade para julgar, ou seja, atribuir pesos aos parâmetros envolvidos no problema, bem como também de determiná-los. Vale salientar que o grupo de julgadores apresentou uniformidade quanto ao seu grau de conhecimentos e informações a respeito do assunto em pauta, ou seja, não se observou disparidades de capacitação para opinar que exigisse a aplicação do método para identificar as prioridades dos julgamentos de cada participante do grupo, como é o sugerido por Saaty(1988), nestes casos, ou seja, considerou-se que os julgadores estavam num nível equivalente de capacidade para opinar.

O grupo foi composto de dois engenheiros do DETRAN, um engenheiro de operação e o responsável pelos acidentes de trânsito do órgão; o comandante do Batalhão da Polícia de Trânsito de Campina Grande-Pb; e um representante da UFPB.

As entrevistas foram concebidas perante os seguintes princípios:

- não interferência do entrevistador na resposta.
- completa explicação do método a ser aplicado e de seus parâmetros, ou seja, os especialistas selecionados foram

exaustivamente instruídos sobre as funções dos pesos que estes iriam atribuir.

- discussão aberta entre os participantes do grupo para se chegar aos critérios de avaliação e as propostas de melhorias.

- Independência na atribuição de pesos de uns sobre os outros.

- Exigência, na medida do possível, para que os julgadores baseassem suas atribuições em fatores de ordem técnica e da experiência adquirida.

- anotações dos argumentos usados pelos especialistas nas suas atribuições, para posterior confronto dos mesmos.

- E, finalmente, explicitou-se, claramente, a intenção do estudo em pauta.

A seguir apresentar-se-á como foram construídas as matrizes de comparações paritárias entre os três níveis de hierarquia decompostos para o problema de decisão em estudo.

IV-V. A formulação das matrizes de comparações paritárias e a síntese de suas prioridades.

Para relacionar os projetos entre si segundo os critérios de avaliação que aqui na aplicação foram considerados em número de cinco. Primeiramente, formulou-se uma matriz de critérios versus critérios com elemento geral A_{ij} , onde $i, j = 1, \dots, 5$, e seus respectivos vetores de prioridades ou vetor dos pesos relativos, os quais foram determinados computacionalmente pelo método de derivação por autovalores (ver programa no apêndice III), respeitando os limites de consistência sugeridos por Saaty(1988). A escala usada nesta aplicação foi a sugerida por Saaty(1977) que é mostrada na tabela IV-8.

Em termos práticos, pode-se dizer que o procedimento foi o seguinte: os critérios foram postos a julgamento em pares, o que definiu as importâncias relativas de uns sobre os outros para aquela situação em estudo. Assim, por exemplo, o critério fluxo de veículos quando comparado com o visibilidade apresentou uma importância quase que absoluta em relação a este último. Já com relação ao índice de acidentes do cruzamento, o grupo de decisor considerou-os de mesma importância. Este roteiro de trabalho foi seguido até comparar-se todos os critérios inerentes ao problema em estudo, criando-se, assim, a matriz comparativa de fator versus fator, vista na tabela-IV-9.

TABELA-IV-8. A escala de comparação sugerida por Saaty(1977)

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	As duas atividades tem mesma importância
3	Importância pequena de uma sobre a outra	Favorecimento leve de uma sobre a outra
5	Importância grande ou essencial	Uma atividade é fortemente favorecida em relação a outra
7	Importância muito grande	Favorecimento de uma atividade sobre a outra com expressividade e demonstrada na prática
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação a outra com o mais alto grau de certeza
2,4,6,8	Valores intermediarios	Quando ha necessidade de acordo entre as duas partes
0	valor nulo	Inexistência de comparação entre as atividades

Por conseguinte, passou-se para a formulação das matrizes de comparações paritárias de projetos versus projetos. De forma que para cada critério (ou fator) "c", onde $c = 1, \dots, 5$, construiu-se uma matriz ($p \times p$) cujo elemento geral A_{ij} representa uma estimativa do grupo julgador que determina o quanto o projeto i sobrepõe o j , no tocante aquele critério "c" em pauta. Essas matrizes são apresentadas nas tabelas IV-10 e IV-11.

É importante salientar que a análise comparativa feita entre os elementos dos três níveis do problema desenvolveu-se baseada na satisfação operacional técnica, ou seja, o estudo trabalhou em todas as suas etapas de aplicação do AHP considerando à ótica do operador.

No que diz respeito ao cálculo dos vetores de prioridades e dos testes de consistência de cada matriz $p \times p$ (projetos versus projetos), seguiu-se o mesmo procedimento adotado nas matrizes $c \times c$. No entanto, todas as matrizes $p \times p$ necessitaram dos métodos de interação propostos por Saaty(1988) para poder chegar a um limite aceitável de inconsistência **. Depois de construídas todas as matrizes critérios versus critérios e projetos versus projetos, partiu-se para o terceiro passo do AHP, que é a síntese de prioridades.

A determinação do vetor de prioridades dos projetos, também chamada de "síntese de prioridades", foi feita a partir dos elementos do vetor principal da matriz critérios

(*)(**) - Ver com detalhes os procedimentos matemáticos adotados para esses fins, no apêndice II.

versus critérios e dos elementos do mesmo vetor da matriz projetos versus projetos. Deste modo, o cálculo seguiu o processo de combinação linear visto em Saaty(1988), no qual o vetor final das prioridades dos projetos $S = (S_1, \dots, S_3)$ é obtido pelas seguintes expressões (tabela V-14):

$$S = (\sum_{c=1}^n W_1 \cdot W_{1,c} ; \dots ; \sum_{c=1}^n W_n \cdot W_{n,c}); \text{ com } n = 3$$

sendo W_1, \dots, W_n os elementos do vetor de pesos relativos W derivado da matriz critérios versus critérios, e, os termos W_i e "c" os elementos do vetor de prioridades derivado das matrizes projetos versus projetos.

Os valores encontrados foram então normalizados, ou seja, fazendo-se sua soma igual a unidade [Saaty(1991)], o que resultou numa matriz coluna que representa os pesos finais atribuídos para cada um dos projetos em estudo. Decorrendo, assim, que o projeto escolhido foi o de implantação da sinalização semaforizada.

Este resultado como os demais decorridos dessa aplicação do AHP serão discutidos a seguir.

IV-VI. A análise dos resultados.

Nas tabelas IV-9, IV-10 e IV-11 vêm dispostos os resultados da aplicação do método hierárquico, representados através das matrizes comparativas e seus respectivos vetores de prioridades, índices de consistência, autovalores principais e da matriz final das sínteses das prioridades.

TABELA-IV-9. Matriz critérios versus critérios.

	1	2	3	4	5	V.P
1	1	4	8	1	2	0,362
2	1/4	1	5	1	1	0,164
3	1/8	1/5	1	1/9	1/8	0,031
4	1	1	9	1	2	0,272
5	1/2	1	8	1/2	1	0,173

$$LL_{max} = 5,209$$

$$IC = 0,052$$

$$RC = 0,047$$

TABELA-IV-10. Matriz projetos versus projetos para cada um dos critérios c do problema.

	A	B	C	V.P	A	B	C	V.P
A	1	9	9	0,849	1	8	8	0,837
B	1/9	1	9	0,131	1/8	1	8	0,140
C	1/9	1/9	1	0,020	1/8	1/8	1	0,023
LLmax = 3,086					LLmax = 3,081			
IC = 0,042					IC = 0,040			
RC = 0,084					RC = 0,069			
FLUXO DE VEICULOS					VISIBILIDADE			
A	1	8	9	0,840	1	4	7	0,710
B	1/8	1	9	0,140	1/4	1	7	0,245
C	1/9	1/9	1	0,020	1/7	1/7	1	0,046
LLmax = 3,081					LLmax = 3,089			
IC = 0,041					IC = 0,049			
RC = 0,070					RC = 0,086			
CUSTO DE IMPLANTAÇÃO					INDICE DE ACIDENTES			
A	1	8	9	0,840				
B	1/8	1	9	0,141				
C	1/9	1/9	1	0,020				
LLmax = 3,081								
IC = 0,041								
RC = 0,070								
FACILIDADES DE TRAVES.								

Como pode se observar na tabela-IV-9, quando se confrontou os critérios, o fluxo de veículos apareceu com a maior ponderação relativa, seguido dos critérios índice de acidentes, facilidades de travessias, visibilidade e por último o custo de implantação. Sendo que o primeiro colocado apresentou um peso relativo 33% maior que o do seu subsequente mais próximo, 110% maior que o do critério facilidades de travessias, 120% maior que o do quarto colocado e onze vezes maior que o do custo de implantação, ou seja, a ponderação atribuída ao critério custo de implantação foi bem inferior as dos outros fatores.

De outro modo, relacionando-se as três propostas para cada um dos cinco critérios estabelecidos no problema em estudo, como é visto na tabela IV-10, pode-se perceber que em todos os fatores a proposta A obteve a maior ponderação relativa, a B a segunda e a C a terceira, isto sem nenhuma variação radical nos cinco relacionamentos empreendidos. Os atributos relativos de cada uma das matrizes construídas apresentaram um certo grau de uniformidade, ou seja, em quatro dos critérios a proposta A recebeu um peso relativo de aproximadamente 84%, a proposta B um de aproximadamente 14% e a C de 21 %, sendo apenas no critério visibilidade que se pode perceber um desvio desta uniformidade, sem contudo, haver um distanciamento considerável dos demais.

TABELA-IV-11. Síntese das prioridades e solução final.

	1	2	3	4	5
	(0,362)	(0,164)	(0,031)	(0,272)	(0,173)
A	0,849	0,837	0,840	0,710	0,840
B	0,131	0,140	0,140	0,245	0,140
C	0,020	0,023	0,020	0,046	0,020
SOLUÇÃO FINAL		PROPOSTA A	PROPOSTA B	PROPOSTA C	
		0,810	0,166	0,024	

Desta forma, nesta última, observa-se que a alternativa de projeto escolhida é a da proposta A, que é a implantação da sinalização semaforizada, pois foi a mesma que, depois de ser feita a normalização do vetor final dos pesos relativos dos projetos, apresentou a maior importância relativa. Com respeito a ponderação atribuída a Proposta B, pode-se dizer que a mesma ficou na segunda posição com um peso relativo quase cinco vezes menor do que a A. Conseqüentemente, a proposta C assumiu terceira colocação com uma ponderação relativa consideravelmente inferior as das outras propostas, ou seja, seu peso relativo foi mais de trinta vezes menor do que a da primeira colocada e sete vezes menor que o da segunda.

A primeira consideração a ser feita é sobre como se chegou ao consenso dos julgamentos. O procedimento seguido foi o proposto por Saaty(1991), de uso da média geométrica para cada grupo de julgamentos paritários e aproximação para o inteiro mais próximo*. Isto, pois, por um lado, os julgamentos não foram considerados radicalmente diferentes, tendo estes divergido apenas em alguns pontos mas não com tanta disparidade que exigisse uma revisão; e, por outro lado, porque assumiu-se que os julgamentos do grupo decisor poderiam ser questionados.

Do mesmo modo, não foi necessário aplicar o método para descobrir prioridades para os julgamentos dos indivíduos entrevistados, pois considerou-se que os mesmos estavam num nível equivalente de capacidade para opinar. No entanto, sabe-se que seria mais conveniente estudar-se os participantes do grupo de forma a descobrir-se o verdadeiro valor de seus julgamentos.

Quanto à consistência, sucedeu-se que a matriz inicial de fatores apresentou uma inconsistência tolerável, ou seja, o (IC) e o (RC) foram menores que 0,1 **.

Já nas matrizes de comparação projetos versus projetos para cada critério (c), houve a necessidade de utilizar-se os métodos de convergência para que as mesmas ficassem dentro

(*) - No apêndice II, discute-se a questão do consenso dos julgamentos e apresentam-se outros métodos para se conseguir esse consenso.

(**) - No apêndice II, expõe-se o processo matemático para o cálculo do (IC) e o (RC).

dos limites aceitáveis de inconsistência (ver métodos no apêndice II), desta forma, foi preciso duas séries de interações para cada uma das matrizes.

Ainda, sobre o consenso dos julgamentos, é importante salientar que neste estudo seguiu-se a metodologia adotada no Método Hierárquico de interação entre os participantes, ou seja, um processo de discussão aberta para o estabelecimento dos critérios que seriam inseridos no modelo.

Todavia, para os julgamentos paritários usou-se a consideração da metodologia DELPHI, que trabalha com o pressuposto de que o cada membro do grupo deva responder, anonimamente, as indagações sobre as comparações [Saaty(1991)]. Esta contraposição, neste ponto, ao método hierárquico foi aceito por este estudo, pois entendeu-se que seria mais conveniente para a situação em pauta empreender às entrevistas desta maneira.

Como os resultados das entrevistas foram proporcionalmente parecidos, com pequenas divergências que não necessitaram de reavaliações, pode-se deduzir que a escolha por essa metodologia refletiu a verdadeira aspiração do grupo participante.

Entretanto, se os resultados fossem de tal forma, grotescamente, diferenciados que exigisse uma revisão dos julgamentos. Seria coerente proceder-se, novamente, as entrevistas para assim saber-se se numa "discussão aberta" dos participantes, no tocante aos julgamentos, chegaria-se a resultados distintos daqueles outros. Pois, desta forma, teriam-se condições de avaliar quais dos dois métodos se

adaptaria melhor ao problema em estudo.

Por tudo isso, entende-se que nesta fase de aplicação do Método de Análise Hierárquica, deva-se variar os procedimentos de tomada de julgamentos, isto de acordo com as conveniências e necessidades que o problema em estudo apresentar, pois assim ter-se-á mais confiança nos julgamentos proferidos pelos grupos decisores. Esta consideração é de grande importância, visto que é nesta fase onde pode se configurar com mais veemência a falha humana que poderá gerar erros consideráveis na solução final do problema.

Deste modo, quando se tem um grupo de julgadores onde existem indivíduos mais informados sobre determinado assunto do que outros, estes podem, perfeitamente, interferir nos julgamentos destes outros, trazendo, assim, benefícios para o estudo. Mas, de outro modo, indivíduos num mesmo nível de conhecimentos que divergam, radicalmente, em relação a um ponto qualquer, podem mudar suas opiniões (julgamentos) se existirem indivíduos de poder persuasivo à ponto de interferirem nos julgamentos dos outros, ou seja, trazendo prejuízos à análise do problema em estudo.

Destarte, deve-se dispor de métodos versáteis e flexíveis para conseguir-se fazer com que o grupo expresse da melhor maneira possível a sua opinião.

Por conseguinte, parte-se, agora, para discussão sobre as importâncias relativas atribuídas aos fatores considerados de relevância para o problema em estudo.

Desta maneira, percebe-se na matriz critérios versus critérios mostrada na tabela-IV-9, que o fator considerado de maior importância relativa dentre as forças interferentes na situação é o fluxo de veículos. Sendo assim, fez-se uma coleta de dados "in loco"*, em paralelo à aplicação do método para quantificar o fluxo médio de veículos presente na interseção num dia típico da semana, isto no intuito de comparar as justificativas de utilização de sinalizações semaforizadas adotadas pelo CONTRAN que são baseadas no Manual on Uniform Traffic Control Devices(U.S Department of Transportation), com o resultado da aplicação do AHP que reconheceu este dispositivo de segurança dentre as outras propostas como o mais indicado para o problema.

Esta comparação é importante, pois foi o fluxo de veículos o fator que mais interferiu na escolha desta alternativa de projeto.

Desta forma, obteve-se o volume veicular médio para um período de oito horas, com coletas nos três horários de pico, como é mostrado na tabela IV-12 para as vias preferencial e secundária. Vale salientar que adotou-se para os outros horários fora do pico a estimativa de 60% da média do volume das horas de pico, além de considerar para os volumes veiculares os equivalentes a multiplicação por 2 quando ônibus e caminhões, por 0,5 quando motocicletas, por 0,2 para

(*) - A coleta foi feita com ajuda dos alunos de graduação do Curso de Engenharia Civil(UFPB) com supervisão do autor desta dissertação.

bicicletas e, naturalmente, pela unidade quando veículos leves [CONTRAN(1982)].

Então, tem-se que o volume médio para as oito horas para a via preferencial é de 585 veic/hora e 321 para a via secundária, vistos na tabela IV-13.

TABELA IV-12. Resultado da coleta de dados feita na interseção em estudo com o volume veicular nas oito horas de maior fluxo (veic/hora).

HORA	VIA PREFERENCIAL 1 SENTIDO	VIA SECUNDARIA 2 SENTIDOS	VOLUME TOTAL
7:20 - 8:20	876	371	1247
11:00 - 12:00	832	288	1120
17:00 - 18:00	952	480	1432
VOLUME MÉDIO DAS OITO HORAS			
VIA PREFERENCIAL		VIA SECUNDARIA	
585		321	

De posse destes valores, comparou-os com os volumes veiculares mínimos de 500 e 200 veic/hora exigidos para a implantação do semáforo, como é mostrado na tabela IV-13, comprovando, assim, a necessidade de adoção dessa medida

proposta pelo método e, por outro lado, confirmando o resultado da aplicação da metodologia que atribuiu ao critério fluxo de veículos a maior importância relativa dentre os demais critérios de avaliação.

TABELA-IV-13. Volumes veiculares mínimos exigidos para implantação de uma sinalização semaforizada.

Nº FAIXAS DE TRAFEGO POR APROXIMAÇÃO		VEICULOS POR HORA NA PREFERENCIAL, NOS DOIS SENTIDOS	VEICULOS POR HORA, NA PREFERENCIAL, NOS DOIS SENTIDOS
PREFERENCIAL	SECUNDARIA		
1	1	500	150
2 ou mais	1	600	150
2 ou mais	2 ou mais	600	200
1	2 ou mais	500	200

Fontes: CONTRAN
Manual on Uniform Traffic Control Devices
(U.S. Department of Transportation)

De outro modo, o índice de acidentes que foi o segundo em escala decrescente de importância relativa, pelos números oficiais fornecidos pelo DETRAN(1991) de 3 acidentes sem vítimas por ano, não representaria, fielmente, a ponderação de que lhe foi atribuída pelo AHP, ou seja, este é um resultado pelo menos discutível. Todavia, deve-se considerar que os julgamentos foram proferidos não com base nos números

oficiais, mas sim com base na observação informal do dia-a-dia da interseção, onde acontecem inúmeros acidentes que não são notificados, ou seja, os julgamentos se basearam na experiência que os participantes tinham com o trânsito da área em estudo.

Já o quinto, segundo e terceiro fatores que estão nesta ordem de importância relativa, pode-se dizer que suas atribuições estão dentro da realidade do cruzamento, pois como pode ser facilmente percebido, a dificuldade dos pedestres em atravessar as vias interceptantes é considerável, principalmente na preferencial, superando, assim, o problema da visibilidade e mais ainda o do custo de implantação.

Como pôde ser visto, os resultados advindos da aplicação do AHP a esta interseção apresentaram compatibilidade e coerência com as necessidades da área em estudo.

Ademais, é importante salientar que este método pode ser aplicado nas demais áreas da cidade que apresentam problemas de segurança nos seus trânsitos. Ou mesmo, na elaboração de planos mais gerais, sejam à nível municipal, regional ou ainda nacional, onde o mesmo entraria definindo uma política estratégica de atuação.

CAPITULO-V. CONCLUSOES FINAIS.

No desenvolvimento desta dissertação, fez-se, primeiramente, uma breve discussão sobre o fenômeno dos acidentes de trânsito à nível mundial com apresentação de algumas de suas estatísticas marcantes, mostrando assim que as desigualdades sociais, políticas, culturais e econômicas existentes entre os países desenvolvidos, em desenvolvimento e subdesenvolvidos também acontecem com respeito aos acidentes de trânsito.

Por conseguinte, estudou-se, alicerçado na visão sistêmica, as causas básicas dos acidentes de trânsito no país, estabelecendo-se assim as principais deficiências da sua estrutura de controle de trânsito, que são as responsáveis pelo elevado número de acidentes a cada ano. Por outro lado, comparou-se estatisticamente a situação dos acidentes de trânsito do Brasil com as de alguns países do mundo.

Depois de estabelecidas as principais causas dos acidentes de trânsito e feitas as comparações estatísticas entre o Brasil e alguns países do mundo, discutiu-se a necessidade de utilização de métodos multicriteriais de auxílio às tomadas de decisões no trânsito, fazendo-se, em seguida, uma aplicação de um desses métodos, o A.H.P, a uma interseção nesta cidade, que apresenta sérios problemas de segurança no seu trânsito; isso no intuito de decidir sobre a melhor proposta de melhorias a ser adotada. Os resultados apresentaram-se, consideravelmente, satisfatórios e

representativos do caso em estudo.

V-I. Análise conclusiva.

De uma modo geral, pode-se dizer que o ponto de partida fundamental para se tentar reverter a situação caótica atual dos acidentes de trânsito no Brasil é o que se desenvolve a partir de uma interpretação que os considera como parte integrante de um sistema e de suas inter-relações, ou seja, não restringindo o estudo a ponto de analisar o problema como se este fosse um acontecimento isolado, desagregado ao contexto no qual o mesmo está inserido.

Sendo assim, percebe-se que o fenômeno dos acidentes de trânsito não anda dissociado da situação social, política, econômica e cultural de um país. E isto comprovou-se com as comparações estatísticas feitas no terceiro capítulo, onde se observou que mesmo o Brasil estando em situação crítica em relação aos acidentes de trânsito, destacando-se como uma das piores do mundo, esta o é, ainda, melhor que a da maioria dos países da África e da Ásia que apresentam um grau de desenvolvimento inferior ao deste país.

Essa situação crítica do país é reflexo das deficiências que existem em todos os setores que influenciam direta ou indiretamente à segurança do trânsito brasileiro. Poderia-se classificar de uma maneira bem abrangente em três os elementos responsáveis pela situação dos acidentes de trânsito no Brasil, sendo estes: o elemento econômico, o

político-administrativo e o de conscientização(sócio-cultural).

No primeiro, a crise econômica que paira sobre o país e afeta indiscriminadamente a todos os setores da sociedade reflete, substancialmente, na sua estrutura de trânsito. Principalmente, no tocante à manutenção e às reformas estruturais necessárias as malhas rodoviárias do país. Todavia, é importante salientar-se que apesar dessa restrição de capital incontestável, os empreendimentos, que fazem uso da engenharia para incrementar medidas de segurança nas vias, são considerados pelas análises econômicas como a custo-benefício, que é uma técnica de avaliação econômica bastante usada em projetos de transportes, como sendo uma das mais rentáveis opções de investimentos [Adler(1978)]. E quando se considera a redução do sofrimento humano, advindos do ceifo das vidas humanas e dos traumas psicossomáticos decorrentes dos acidentes, percebe-se um retorno mais evidente ainda, ou seja, pelo lado econômico o combate aos acidentes de trânsito é viável em todos os aspectos para a sociedade. Outrossim, vê-se que para se entender e atuar com eficácia no combate aos acidentes de trânsito, é imprescindível investir nas áreas de pesquisa, no entanto, atualmente no país, a pesquisa não é um assunto prioritário.

O segundo elemento é o político-administrativo, este se traduz em pura imaturidade política que decorre de uma administração pública voltada para os interesses de minorias detentoras do poder econômico. Esta incoerência associada a

inexistência de uma mentalidade sensível e moderna prejudica, sobremaneira, a todos os setores do país. Sendo assim, os problemas de natureza complexa, como o é o dos acidentes de trânsito, passam praticamente despercebidos pelas autoridades competentes.

Já o terceiro engloba o aspecto sócio-cultural da sociedade brasileira. O sistema educacional deste país apresenta enormes deficiências, o grau de analfabetismo é altíssimo e a educação de trânsito não é proferida às crianças nas escolas. Assim o anseio de se ver esses futuros motoristas agirem com consciência e responsabilidade, respeitando as leis, condutas e a própria vida, torna-se interminavelmente comprometido.

Por outro lado, percebe-se que essas deficiências da estrutura de trânsito brasileira são, também, comuns a maioria dos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos, decorrendo, assim, que seus índices de acidentes de trânsito sejam tão elevados em relação aos países desenvolvidos, como as comparações estatísticas comprovaram.

Sendo assim, observa-se que o fenômeno dos acidentes de trânsito é revestido de sensível complexidade, pois a gama de fatores que o influencia é vasta, e em muitos casos imperceptível à olhos que não o analise com profundidade.

Devido a este fato, e sabendo-se que a perspectiva de mudança requer uma atuação sistemática que, por um lado, considere todos os fatores envolvidos no problema e, que, por outro lado, consiga traduzi-las em medidas práticas. Percebeu-se a necessidade de atuar neste campo com métodos

lógicos e racionais para coadjuvar nas escolhas das melhores alternativas. Por isso, discutiu-se a utilização dos métodos de decisões multicriteriais e fez-se, em seguida, uma aplicação prática de um desses métodos, o AHP, a um caso de uma interseção nesta cidade.

Com relação aos resultados práticos da aplicação, pode-se dizer que os mesmos se apresentaram notadamente representativos da situação em estudo, isto tanto com relação ao seu resultado final, onde foi selecionado a proposta de implantação da sinalização semaforizada, como no tocante às atribuições de pesos relativos proferidos aos fatores considerados de relevância para o problema, como foi comprovado com as coletas de dados do fluxo de veículos e das estatísticas de acidentes de trânsito feitas no local.

Destarte, percebe-se que o AHP pode ter um uso abrangente e variado no problema dos acidentes de trânsito, podendo participar na resolução de problemas específicos e, especialmente, em problemas mais gerais, onde o mesmo seria um valoroso mecanismo de auxílio na elaboração e selecionamento dos planos de ação, principalmente no que se refere a definição de estratégias de atuação. Ademais, vê-se que estas características discutidas no transcorrer deste estudo, torna-o um dispositivo promissor para a resolução dos complexos problemas que afligem à vida em sociedade.

No entanto, é importante salientar que métodos dessa natureza precisam cada vez mais serem estudados e testados, pois só assim se chegará a resultados mais expressivos e

realistas, tornando seu uso comum e de fácil acesso aos grupos tomadores de decisões.

Enfim, pode-se concluir este estudo defendendo a necessidade de se canalizar todas as forças disponíveis de uma forma que as mesmas sejam coordenadas e aplicadas racionalmente na estrutura de trânsito do Brasil e na conscientização de seu povo. Sem, no entanto, esquecer-se que a premissa básica de uma proposta desta natureza é a compreensão clara de suas causas principais e dos termos que lhe vão servir de instrumento.

Ademais, sabe-se que nenhum dos problemas envolvidos na situação atual é realmente insolúvel, ou seja, o colapso do trânsito brasileiro, que retrata toda uma evolução histórica marcada pela ausência de um controle técnico-administrativo e de uma preparação educacional que proporcionasse uma conscientização satisfatória aos usuários, pode ser radicalmente modificado.

Seja de uma forma ou de outra, é imprescindível que a população tenha a noção real do perigo e de suas conseqüências quando não existe prudência e respeito à vida. E as autoridades precisam ter a noção real de sua participação técnica, informativa e administrativa no intuito de conter este flagelo que assola à sociedade e traz prejuízos exorbitantes para o país.

A seguir apresentar-se-ão algumas sugestões para a formulação dos planos de ações de combate e prevenção dos acidentes de trânsito, além recomendações para estudos posteriores.

V-II. Sugestões para a formulação de um plano de combate e prevenção dos acidentes de trânsito.

A nível de educação no trânsito, propõe-se:

1) que se implante nas escolas primárias uma disciplina de educação no trânsito e acrescente aos currículos universitários disciplinas de segurança no trânsito.

2) que se use os espaços disponíveis nas escolas para representação de malhas viárias com o intuito de fazer-se aulas práticas de conduta e respeito as sinalizações.

3) que se atente no intuito de mostrar aos alunos a maneira mais correta de se comportar nas saídas das escolas por serem estes pontos de grande possibilidade de atropelamentos.

4) que se usem nas campanhas informativas todos os meios de comunicação disponíveis no sentido de informar a todos os setores da sociedade.

5) que se faça uso de adesivos e folhetos informativos em transportes públicos, em terminais e em locais de intenso fluxo de tráfego.

6) que se torne em certos casos a propaganda de acidentes de trânsito mais agressiva, ou seja, fazendo com que a população perceba realmente as conseqüências sinistras de um desastre automobilístico.

7) que se atue no sentido de inibir o uso indiscriminado de comerciais que estimulem ao excesso de velocidade e outras imprudência no trânsito.

A nível de planejamento urbano e dos transportes,propõe-se:

1) que se compatibilize o planejamento dos transportes com o do uso-do-solo.

2) que se hierarquize o tráfego nas vias

3) que se controle rigorosamente os acessos.

4) que se ofereça às áreas comerciais, industriais e às de lazer um espaço físico viário que seja capaz de atender a sua demanda de serviço com segurança, e evite, por outro lado, as incursões de veículos "estranhos" à área.

5) que se faça uso de passarelas em vias de alta velocidade, onde seja comum o fluxo de pedestres.

7) que se identifique antecipadamente os possíveis pontos negros na rede viária e aplique-se as medidas corretivas.

A nível de policiamento e legislação de trânsito, propõe-se:

1) que se faça uso de um policiamento ostensivo em pontos de alta incidência de acidentes.

2) que se coíba, drasticamente, através de testes com bafômetro, que motoristas trafeguem em condição de embriaguez, ou com um índice de alcoolismo que venha a comprometer seus reflexos.

3) que se coiba os estacionamento irregulares, principalmente em áreas propícias a congestionamentos de intenso fluxo de tráfego.

4) que se capacite e equipe os bombeiros e os policiais, dando-lhes assim condições de livrar as vítimas das ferragens dos veículos com a maior rapidez possível, ao mesmo, que lhes preste um atendimento de salvamento eficiente.

5) que se aplique penas mais severas, mas de cunho de serviços prestado à comunidade, principalmente em instituições envolvidas com o tratamento das vítimas, isto quando o réu for primário e o crime de natureza culposa, senão proceder-se o encarceramento devido.

6) que se crie varas especializadas em delito de trânsito nas comarcas das cidades brasileiras.

7) que se exija através de um legislação rigorosa que os fabricantes incrementem dispositivos de segurança nos veículos.

8) que se obrigue aos motoristas que mais cometam infrações de trânsito, que os mesmos façam um curso de reeducação no trânsito.

V-III. Recomendações para estudos posteriores.

a) aplicação do AHP para priorizar as ações de uma política de trânsito nacional.

b) aplicação do AHP em conjunto com os métodos de selecionamento de "pontos negros" no intuito estabelecer as prioridades de ações nesta cidade.

c) estudo de índices de acidentes que consigam encampar aspectos sociais, econômicos e culturais de um país ou mesmo de uma região.

d) estudo para elaborar um teste de habilitação mais eficaz.

e) estudo de métodos mais eficientes para coletar os dados dos acidentes de trânsito no país.

APENDICE I - OS MÉTODOS DE ANÁLISE MULTICRITÉRIAL

AP-L1. O método ELECTRE II*.

Este método, que é uma extensão do ELECTRE I, é um modelo de classificação de alternativas que através de uma comparação paritária de projetos, determina a ordenação de prioridades para a execução dos mesmos.

Uma característica peculiar deste método é que o mesmo trabalha de forma a considerar uma ordenação completa do conjunto das ações possíveis não-dominadas, onde inclui-se um conjunto de todas as ações possíveis (projetos), um conjunto dos critérios revelados pelo decisor e um conjunto dos estados passíveis de serem utilizados. Diferentemente do seu antecessor, o ELECTRE I, que era um modelo de partição que tinha o objetivo de reduzir o conjunto das soluções não-dominadas.

Para se encontrar esses conjuntos, primeiramente, definiu-se uma estrutura de preferência que pode ser representada por uma matriz, onde nas suas linhas expõem-se as ações possíveis (projetos) e nas suas colunas os critérios de avaliações ou atributos. Considerando-se que o elemento geral da matriz representa o valor de um dos estados possíveis que é associado a uma dada escala. As escalas utilizadas neste método são do tipo que atribui a cada elemento qualificações, tais quais: "mediocre", "passível", "mediano", "bom" e "muito bom"; as quais são associadas,

(*) - Elimination Et Choix Traduisant la Réalité

respectivamente, a conjuntos numéricos do tipo [0,5,10,15, 20].

Em seguida, define-se uma estrutura de ponderação entre os critérios na qual a importância relativa de cada critério deve ficar, claramente, explícita.

Então, introduz-se o conceito de concordância e discordância, significando, respectivamente, uma dominância "suficientemente alta" entre as ações e uma quando a dominância "não é muito importante". O que determina, assim, o grau de rigor do decisor em admitir a subordinação de uma ação sobre outra, ou seja, subordinações "fraca" e "forte" [Tallarico(1990)].

Finalmente, após se estabelecer as relações de dominância entre os pares de projetos, parte-se para a ordenação dos mesmos a qual se perfaz por intermédio da construção de um grafo de subordinação, que é representado através das três formas de classificação seguintes:

- direta, quando os vértices do grafo são classificados em função do tamanho dos caminhos incidentes;
- inversa, quando um vértice será melhor classificado à medida que seus caminhos forem maiores;
- mediana, que representa a classificação como resposta final do método, sabendo-se que a mesma é, fundamentalmente, uma média entre a classificação direta e a inversa.

Esta classificação final incorre, em termos práticos, na escolha ordenada dos melhores projetos em estudo.

AP-I.2. O método TODIM*

O TODIM, que foi inicialmente desenvolvida pelo prof. Luiz F. A. M Gomes, em 1976, é um método analítico que tem a finalidade de servir de "sistema de suporte para escolhas".

Este trabalha, basicamente, usando os pesos absolutos das ações possíveis atribuídos para cada critério, as comparações por pares entre os critérios e a seleção de um critério de referência. Sendo este último obtido a partir de um vetor de pesos relativos dos critérios W (o vetor de prioridades) de forma que o mesmo seja o critério que obtiver o maior valor absoluto nesse vetor.

Deve-se considerar, ainda, que a construção da matriz de comparação paritária e a determinação do vetor W podem ser feitas com base nas premissas matemáticas adotadas no método AHP, que serão apresentadas adiante.

De outro modo, pode-se afirmar que o TODIM satisfaz todos os princípios fundamentais usados em qualquer método de auxílio à tomada de decisões e apresenta como principais vantagens, as seguintes: ser de fácil compreensão e aplicabilidade; ter a capacidade de diminuir o trabalho do decisor no que se refere à construção de várias matrizes de comparações paritárias para os projetos; e ser capaz de tratar o problema de priorização com projetos que não são independentes entre si de uma forma, relativamente, simplificada [Duarte Jr.(1989)].

(*) - Tomada de Decisão Interativa e Multicritério

AP-I-3. O método LOOTSMAN.

O método LOOTSMAN, que foi proposto pelo prof. F.A Lootsman, tem a finalidade de ordenar as alternativas através de um decisor ou de grupos diferentes de decisores.

Fundamentalmente, o método se desenvolve a partir de duas etapas ou níveis. Na primeira, faz-se uma comparação paritária para se avaliar a performance dos critérios, usando-se a escala geométrica sugerida por Lootsman, em 1987. Esta se caracteriza pela correspondência de valores de escala, tais quais os usados na escala de comparação sugerida por Saaty, em 1977, que será mostrada na tabela IV-8, com uma "escala normal" que trabalha com valores exponenciais.

Vale salientar que os critérios são expostos aos decisores, como se faz nos métodos TODIM e AHP, de sorte que os mesmos avaliem ou mesmo estimem os seus impactos com relação a uma dada situação [Tallarico(1990)].

No segundo nível, compara-se por pares as ações possíveis (projetos) em relação a cada critério, ou seja, utilizando-se do mesmo procedimento adotado no AHP, que será mostrado adiante. E, finalmente, agrega-se os resultados, chegando-se a ordenação final do vetor de importâncias relativas.

As principais diferenças deste método com os demais são as seguintes [Tallarico(1989)]:

- o LOOTSMAN tem a capacidade de ordenar todas as ações possíveis através de vários grupos heterogêneos entre si, diferentemente, do que ocorre nos outros métodos, nos

quais trabalha-se, apenas, com um grupo de decisores ou grupos de decisores homogêneos;

- o método possibilita que se trabalhe com observações incompletas, "missing observations", ou seja, sem a obrigatoriedade de que todos os grupos participantes das decisões opinem sobre todas as ações em estudo.

AP-I-4. O método AHP*.

O AHP se caracteriza por ser um método de decisão multicriterial através do qual se prioriza alternativas com uso de uma estrutura hierárquica.

No uso da metodologia de Saaty, inicialmente, necessita-se definir uma hierarquia. Isto através de uma formulação estrutural que represente o problema, bem como os pares comparativos que estabelecerão as relações à respeito da estrutura vigente.

Saaty (1991) define uma hierarquia como sendo uma abstração da estrutura de um sistema, que serve para estudar as interações funcionais de seus componentes e seus impactos no sistema total. Tendo tal abstração a capacidade de abranger várias formas inter-relacionadas que concorrem, essencialmente, para um objetivo geral ou sub-objetivos.

Desta forma, percebe-se que o principal benefício da hierarquização de um problema é poder-se procurar o entendimento de seus níveis mais altos a partir das

(*) - the Analytical Hierarchy Process.

interações entre os vários níveis de sua hierarquia, ou seja, analisar o problema a partir de suas causas básicas.

De outro modo, uma questão importante a considerar em uma estruturação hierárquica deste tipo, é como estruturá-la. Na prática, não se pode determinar formalmente um conjunto de procedimentos para fazer sucumbir os objetivos, critérios ou atributos e ações (projetos) a serem inseridos numa hierarquia ou mesmo num sistema mais geral. Na realidade intenta-se escolher um objetivo ou objetivos e, a partir deste(s) decompor a complexidade do sistema em níveis hierarquicamente inferiores [Saaty(1988)].

A partir da hierarquização do problema, parte-se para uma segunda etapa, onde se aplica o princípio do julgamento comparativo no intuito de se determinar, através de comparações paritárias, a importância relativa de cada um dos elementos em algum nível dado com relação a cada critério participativo ou propriedade do nível superior a este. Com isso, formula-se as matrizes principais e seus respectivos vetores de prioridades [Saaty(1991)].

O vetor de prioridades que é denominado o vetor de pesos, neste trabalho representado por $W = (W_1, W_2, \dots, W_n)$, é calculado a partir da matriz de comparação paritária que é estabelecida pelo grupo decisor. Sendo W_1, W_2, \dots, W_n os autovetores associados a um autovalor principal (λ_{\max}). Os procedimentos matemáticos necessários para os determinar são apresentados no apêndice II.

A matriz principal pode ser representada da seguinte forma:

$$[A_{ij}] = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{n1} & A_{n2} & \dots & A_{nn} \end{bmatrix}$$

Onde os A_{ij} representam a importância relativa do elemento i em relação ao j que decorrem de avaliações subjetivas do decisor baseadas em uma dada escala.

A escala usada para se fazer os julgamentos comparativos é a mostrada na tabela IV-8, que foi sugerida por Saaty(1977). Esta é a mais usada na aplicação do AHP, pois apresenta várias vantagens de interpretação e aplicabilidade [Saaty(1988)]. Precipuamente, considerando a dificuldade existente em se comparar critérios ou atributos de relevância quaisquer entre si.

Outro modo de se representar a matriz comparativa é o que considera a relação intuitiva existente entre os elementos do vetor de prioridades ou vetor $W = (W_1, W_2, \dots, W_n)$ e as atividades A_{ij} [Duarte Jr.(1989)], como expõe-se a seguir, onde o $A_{ij} = W_i/W_j$ aparece como o elemento geral desta matriz que representa uma estimativa do peso relativo da atividade i com relação a j :

$$[A_{ij}] = \begin{bmatrix} W_1/W_1 & W_1/W_2 & \dots & W_1/W_n \\ W_2/W_1 & W_2/W_2 & \dots & W_2/W_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_n/W_1 & W_n/W_2 & \dots & W_n/W_n \end{bmatrix}$$

Ademais, deve-se considerar que essas matrizes são positivas e revestem-se de três características básicas:

- a) a da reciprocidade, ou seja, se $A_{ij} = a$, então $A_{ji} = 1 / a$, para qualquer $i, j \in \{1, \dots, n\}$;
- b) a da consistência, ou seja, $A_{ij} = A_{ik} \cdot A_{kj}$ para $i, j, k = 1, \dots, n$;
- c) e a que atribui a todos os elementos de suas diagonais principais a intensidade de importância um, ou seja, $A_{ii}=1$ para todo i , quando o critério i (ou ação i) tiver a mesma importância com relação ao critério j .

A respeito da propriedade exposta no item (b), deve-se considerar que, geralmente, as matrizes formuladas não apresentam uma consistência ideal. Sendo assim, é necessário avaliar o grau de inconsistência dessas matrizes e, se for o caso, proceder-se o uso de métodos iterativos que façam com que as mesmas se aproximem dessa consistência requerida.

Finalmente, numa terceira etapa, sintetiza-se os vetores de prioridades, através de uma combinação linear, determinando-se, assim, o vetor de prioridades final que

contém as ponderações atribuídas aos projetos que foram avaliados multicriterialmente.

AP-1-5. Comparações entre os quatro métodos

Como pode ser visto, os métodos de decisões multicriteriais são instrumentos de importância considerável no auxílio às tomadas de decisões de problemas complexos. Principalmente no que se refere a racionalidade e lógica que os mesmos proporcionam aos decisores e por estes terem a capacidade de agregar e tratar, simultaneamente, uma diversificada gama de elementos de relevância para um problema.

Quanto às características singulares que os quatro métodos apresentam, tem-se que: todos eles utilizam comparações paritárias; trabalham considerando tanto dados de ordem quantitativa como os de ordem qualitativa; têm a capacidade de considerar uma diversificada gama de aspectos, simultaneamente; e podem representar suas análises multicriteriais na forma matricial.

Observa-se, ainda, que dentre os quatro métodos expostos o TODIM é o de mais fácil compreensão e aplicabilidade, além de poder reduzir, substancialmente, a tarefa do decisor no tocante a elaboração das matrizes de comparações paritárias, diferentemente do que ocorre no AHP [Duarte Jr.(1989)]; o LOOTSMAN apresenta a grande vantagem de poder trabalhar com grupos heterogêneos e com informações incompletas; o ELECTRE II apesar de não se

preocupar com uma possível existência de vários níveis hierárquicos numa decisão, como o faz o TODIM e mais precisamente o AHP, é um instrumento eficiente para classificações de projetos; e o AHP que se apresenta como um método de notável importância para a resolução de problemas gerais, precipuamente pela sua capacidade de hierarquizar os problemas através de níveis, bem como pelo fato do mesmo procurar melhorar a obtenção de uma priorização mais próxima dos anseios do decisor [Duarte Jr(1989)].

APENDICE II - ALGUNS CONCEITOS MATEMATICOS USADOS NO AHP.

. AP-II-1. A determinação das intensidades dos elementos na hierarquia - o vetor de prioridades.

Como o método de análise hierárquica tenta ser através de sua metodologia de estruturação, um modelo que represente com fidelidade a situação da vida real, tem-se que chegar aos valores representativos das atribuições de cada atividade, de forma a mensurar "as forças relativas dos impactos dos elementos sobre o nível mais baixo e sobre os objetivos gerais", ou seja, determinar o grau de importância de cada uma das forças envolvidas com relação ao foco central [SAATY(1991)].

Sendo assim, deve-se encontrar uma forma de se mensurar esses pesos ou importâncias relativas atribuídas pelo grupo decisor de uma atividade sobre outra. Então, partindo-se da definição de que $A_{ij} = W_i/W_j$, tem-se que:

$$A_{ij} \cdot (W_j/W_i) = 1 \quad , \quad i, j = 1, \dots, n.$$

e, conseqüentemente,

$$\sum_{j=1}^n A_{ij} \cdot (W_j/W_i) = \sum_{j=1}^n 1 \quad , \quad i = 1, \dots, n.$$

que ainda pode ser escrito,

$$\sum_{j=1}^n (A_{ij} \cdot W_j) \cdot 1/W_i = n \quad , \quad i = 1, \dots, n.$$

ou,

$$\sum_{j=1}^n A_{ij} \cdot W_j = n \cdot W_i, \quad i = 1, \dots, n.$$

o que, pode ser representado matricialmente da seguinte maneira:

$$[A] \cdot W = n \cdot W.$$

Esta expressão matricial diz que o vetor W é o autovetor associado ao autovalor n da matriz A [Saaty(1991)]. Deste modo, esta expressão pode ser representada por um sistema de equações, como visto a seguir:

$$\begin{bmatrix} W_1/W_1 & W_1/W_2 & \dots & W_1/W_n \\ W_2/W_1 & W_2/W_2 & \dots & W_2/W_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_n/W_1 & W_n/W_2 & \dots & W_n/W_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix} = n \cdot \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix}$$

Ou seja, os pesos ou importâncias relativas do conjunto de critérios ou atividades pode ser representado pelo vetor W , que é o vetor de prioridades.

Por outro lado, é importante salientar-se que os caminhos para se derivar o vetor de prioridades, ou seja, o vetor das forças relativas são variados. Um método fácil e que se chega a bons resultados, proposto por Saaty(1991), é o de dividir-se os elementos de cada coluna j , da matriz de comparação paritária formada pelos elementos a_{ij} , pela soma daquela coluna e, então, somar-se os elementos de cada linha resultante e dividir essa soma pelo número de elementos na

linha. Este resultado coincide com os autovetores para $n \leq 3$.

Outro caminho é o de tomar-se a soma dos elementos em cada coluna e formar-se os respectivos recíprocos dessas somas. Então, faz-se a normalização, de modo que estes números dêem como soma a unidade e, assim consegue-se uma boa aproximação da derivação do vetor de prioridades.

Todavia, deve-se considerar que para aplicações importantes o procedimento de derivação por autovetor é o mais apropriado, pois aproximações podem conduzir a distorções consideráveis, ao invés da exatidão dos autovetores [Saaty(1988)].

A derivação por autovetores, que será a usada na aplicação do AHP no capítulo seguinte, advém da seguinte conceituação matemática [Gonçalves e Sousa(1977)]

Def: Seja $T : V(k) \rightarrow V(k)$ um operador linear sobre o espaço vetorial n -dimensional $V(K)$. Um escalar $z \in V(k)$ é chamado autovalor de T , se existir um vetor não nulo $v \in V(k)$, tal que:

$$T(v) = z.v$$

Todo vetor $v \in V(K)$ que satisfaça a relação acima é chamado autovetor de T correspondente ao autovalor z . O conjunto de todos os autovetores correspondentes ao autovalor z , indicado por V_k é chamado auto espaço de z .

Para resolver a equação vetorial:

$$T(v) = z.v$$

Pode-se resolver a equação matricial equivalente, que é:

$$A.X = z.X \text{ ou ainda } (A - z.In).X = 0.$$

Encontrando o auto-espaco $V = \{ v \in V(k) / T(v) = z.v \}$ do autovalor z , é equivalente a achar o conjunto solução do sistema homogêneo $(A - z.In).X = 0$

Do mesmo modo, deve-se assumir as seguintes equivalências no uso deste método de derivação:

a) a equação $AX = zX$ fornecerá uma solução que não seja o vetor nulo;

b) a matriz $(A - zIn)$ é não inversível;

c) $|A - zIn| = 0$.

Sendo assim, afirma-se que existe um vetor não-nulo X tal que $AX = zX$, que é equivalente a $(A - zIn)X = 0$. E para que este sistema tenha solução diferente do vetor nulo, ou seja, uma solução não-trivial, é preciso que a matriz não seja inversível.

A seguir mostra-se exemplos ilustrativos do método por derivação do autovetor e do método dos recíprocos da soma, apresentados anteriormente.

a-1) derivação por estimativas gerais.

$$\text{Seja a matriz } A = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 4 \\ 1/5 & 1 & 1/3 \\ 1/4 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

Pelo método dos recíprocos da soma dos elementos das colunas apresentado, tem-se que a soma das colunas desta matriz é o vetor linha $(1,45; 9,00; 5,33)$. As recíprocas destas

somas são respectivamente (0,689;0,111;0,187) que quando normalizados formam o vetor de prioridades (0,69;0,112;0,189).

a-2) Derivação por autovetor.

Seja a matriz $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 2 \end{bmatrix}$. O polinômio característico de A é:

$$f(x) = |A - x \cdot I_2| = x^2 - 3x - 4 = (x-4) \cdot (x+1)$$

Os autovalores de A são $z = 4$ e $z = -1$, raízes da equação característica $|A - x \cdot I_2| = 0$.

Encontra-se os autovetores $X = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$ de A referentes

ao autovalor z , resolvendo a equação matricial:

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = z \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

que é equivalente ao sistema a seguir:

$$x + 2y = z \cdot x$$

$$3x + 2y = z \cdot y$$

Destarte, fazendo-se $z = 4$ e $z = -1$, obtêm-se os

autovetores $X = \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix}$ e $X = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$, respectivamente, que são

os autovetores da matriz A.

AP-II-2. Os desvios de consistência das matrizes comparativas.

Pode ocorrer que as medidas ou avaliações do decisor se desviem dos valores exatos de W_i/W_j [Saaty(1991)], sendo assim, a relação $A_{ij} = W_i/W_j$ não é mais verdadeira.

Por outro lado, como foi discutido no item anterior, se z_1, \dots, z_n são números que satisfazem a equação:

$$[A].X = z.X$$

ou seja, os autovalores de A e se $A_{ii} = 1$, qualquer que seja $i \in (1, \dots, n)$, então,

$$\sum_{i=1}^n z_i = n$$

Deste modo, vê-se que para que a relação W_i/W_j seja válida, todos os autovetores são zero, exceto um que será igual a 1. Com isso, pode-se concluir que uma matriz recíproca e positiva terá consistência ideal quando o seu λ_{\max} , que é chamado de autovalor máximo da matriz, for igual a n. Contudo, como dificilmente trabalha-se com matrizes com esta característica ideal, introduziu-se o que se denomina desvio de consistência para assim ter-se condições de avaliar o quanto uma matriz se aproxima ou se distancia da consistência ideal, ou seja, $\lambda_{\max} = n$.

A luz destes fatos e, considerando que a matriz A apresenta uma diagonal $A_{ii} = 1$ (com A logicamente

consistente). Tem-se, como conseqüências genérica, que pequenas variações em A_{ij} induz a que o maior autovalor (LL_{max}) seja próximo de n e os valores dos $(n-1)$ autovalores restantes próximos de zero [Saaty(1991)].

Vale salientar que essa conceituação do LL_{max} e de seus desvios é de grande valia, principalmente sabendo-se que o cálculo do vetor de prioridades W , tem que satisfazer a seguinte expressão:

$$[A] \cdot W = LL_{max} \cdot W$$

com solução normalizada processada a partir de,

$$W = W / \left(\sum_{i=1}^n W_i \right), \text{ sendo } W = (W_1, W_2, \dots, W_n) \text{ o vetor}$$

peso procurado.

Estas variações ou desvios podem ser determinados através do índice de consistência (IC) e da razão de consistência (RC), sendo o primeiro determinado pela seguinte expressão:

$$IC = (LL_{max} - n) / (n - 1).$$

No entanto, tem-se que encontrar o LL_{max} . Uma simples maneira de obter-se o valor exato(ou uma estimativa) de LL_{max} , quando os elementos de W que é o conjunto do vetor de prioridades estão disponíveis e normalizados. É o de multiplicar-se a matriz de comparações pelo vetor da solução estimada(prioridades) para obter-se um novo vetor, então, divide-se o primeiro componente deste vetor pelo primeiro componente do vetor da solução estimada, o segundo pelo

segundo e, assim por diante, até construir-se um outro vetor. De posse deste, divide-se a soma de seus componentes pelo número de componentes do mesmo, estimando-se, desta forma, o valor de LLmax.

De outro modo, e de uma forma sofisticada, Morris(1979) por intermédio da solução de uma equação cúbica, mostrou que LLmax para uma matriz recíproca de terceira ordem, poderia ser encontrado através da seguinte expressão [Saaty(1991)]:

$$LLmax = (a13 / a12.a23)^{1/3} + (a12.a23/a13)^{1/3} + 1$$

Sendo a_{ij} os elementos formadores da matriz de terceira ordem, definidos anteriormente. Agora, vai-se para a definição do que venha a ser razão de consistência (RC). A (RC) é a comparação entre o índice de consistência (IC) e o (IR) que é o índice de consistência médio de uma matriz recíproca gerada randomicamente com base na escala de 1/9, ..., 1, 2, ..., 9. Este foi calculado por Saaty, usando uma amostra de tamanho 500 para matrizes até $n = 11$, como são mostrados na tabela-AP-14 abaixo:

TABELA-AP-14. Valores médios do IR para $n = 1, \dots, 11$.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IR	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,51	1,59

Desta forma, pode-se encontrar a razão de consistência (IR) para matrizes de mesma ordem, pela seguinte expressão:

$$RC = IC / IR$$

E a matriz terá uma inconsistência admissível, se o RC, ou seja, a razão de consistência média for menor que 0,1 (podendo-se aceitar, ainda, que este valor chegue a 0,2) [Saaty(1991)].

AP-II-3. Métodos para reduzir a inconsistência das matrizes comparativas.

Quando o índice de consistência for, suficientemente, grande, ou seja, extrapole o limite de 0.1(ou até 0,2), exige-se que se faça uma revisão da matriz de julgamentos para se chegar a uma inconsistência admissível. Sendo assim, apresenta-se a seguir alguns métodos que têm tal finalidade.

Uma maneira, é construir-se a matriz de razões de prioridades w_i/w_j e considerar a matriz de diferenças absolutas $[|a_{ij} - (w_i/w_j)|]$, para assim rever o julgamento dos elementos ou da soma das linhas da matriz com as maiores diferenças, onde w_i e w_j são as prioridades do i -ésimo elemento e do j -ésimo elemento do vetor de prioridades, e a_{ij} o julgamento paritário de uma matriz A. Outro modo, é o de formar um desvio da média quadrática da raiz usando as linhas (a_{ij}) e (w_i/w_j) e rever os julgamento para as linhas

com os mais altos valores. Este leva muito mais vantagem sobre o primeiro, pois, geralmente, a tendência é haver uma incerteza maior, quando se relaciona uma atividade com todas as outras ao invés do que com somente uma.

Desta maneira, o segundo procedimento consiste em substituir o a_{ij} (considerando a maior diferença $|a_{ij} - w_i/w_j|$) da linha em pauta, pelo seu respectivo w_i/w_j e, posteriormente, recalcular o vetor de prioridades. Observa-se, então que a repetição deste processo incorre numa convergência para a consistência.

A linha escolhida, na qual se fará a substituição do a_{ij} , é a que apresentar os maiores valores, seguindo a equação abaixo:

$$\max \sum_{j=1}^n |a_{ij} - (w_i/w_j)|$$

Uma observação importante a ser considerada, é que a razão (w_i/w_j) , pode ser maior que o limite superior da escala comparativa, ou seja, 9.

Outro método é o proposto por Gomes(1992), que também relaciona as atividades uma a uma, ou seja, leva vantagem sobre o primeiro método apresentado. Este consiste em encontrar o erro E_{ij} causador da inconsistência dos julgamentos. Isto é feito usando a seguinte expressão:
 $E_{ij} = |T_{ij} - a_{ij}|$

Onde T_{ij} é o valor ideal de a_{ij} para se ter uma inconsistência nula.

No entanto, este T_{ij} valor é indeterminável, sendo

assim, faz-se uma estimativa do mesmo, que é o Q_{ij} , pela seguinte expressão:

$$Q_{ij} = \frac{\sum_{k=1, k \neq i, j}^n (a_{ik} \cdot a_{kj})}{\text{no de elementos do somatório acima.}}$$

Por conseguinte, faz-se a estimativa do erro (E_{ij}), (representado por L_{ij}), que é igual a $|G_{ij} - a_{ij}|$. Então, o maior valor de L_{ij} é o escolhido para gerar o novo valor de a_{ij} em ordem para minimizar a inconsistência da matriz estudada.

Apresenta-se a seguir um exemplo ilustrativo destes dois últimos procedimentos.

Seja $A = \begin{bmatrix} 1 & 9 & 9 \\ 1/9 & 1 & 9 \\ 1/9 & 1/9 & 1 \end{bmatrix}$, considerando o primeiro método, tem-se:

O seu vetor de prioridades é $(w_1, w_2, w_3) = (0,778; 0,178; 0,042)$; com $LL_{max} = 3,559$ e índice de consistência $IC = 0,279$. Então, forma-se a matriz de razões de prioridades correspondente a w_i/w_j . Como a maior diferença é na linha 1, no elemento a_{13} , substitui-se $w_1/w_3 = 18,52$ por a_{13} , recalculando-se em seguida, o vetor de prioridades, e, assim, sucessivamente, até chegar-se a consistência da matriz.

Pelo segundo método, tem-se que o maior erro estimado é o L_{13} , que é igual a 18,00. Então, substitui-se este valor

em a13 e faz-se, novamente, o cálculo do vetor de prioridades, até chegar-se a consistência desejada. Este método chega a resultados parecidos com os do segundo apresentado, pois eles partem do mesmo princípio de comparação, ou seja, relacionamento de atividades uma a uma.

.AP-II-4. O consenso dos julgamentos comparativos.

Quando se trabalha com grupos de julgamentos, Saaty propõe que se estabeleça uma regra que combine os diferentes julgamentos individuais e que esta atenda a propriedade de reciprocidade. Sendo assim, deve-se usar o método para encontrar prioridades para os indivíduos do grupo, de acordo com sua capacidade de julgar, ou seja, levando em conta fatores como inteligência relativa, currículo, experiência, profundidade de conhecimentos no assunto em pauta, e assim por diante. Então, se a confiança em todos os integrantes do grupo for incontestável, esta prioridade será usada para ponderar as prioridades finais advindas dos julgamentos individuais proferidos pelos mesmos. Caso contrário, se não existe tal confiança deve-se usar a média geométrica entre os julgamentos, com arredondamento para o inteiro mais próximo caso.

No entanto, quando pessoas (julgadores) opinam com julgamentos radicalmente distintos uns dos outros. Deve-se proceder estudando os julgamentos controversos, separadamente, e fazendo a medição de suas consistências. Aquele julgamento complacente de maior consistência no âmbito geral do problema é conservado [Saaty(1991)].

Existem vários modos de se conseguir o "consenso dos julgamentos", isto significando os meios de se melhorar a confiança nos valores das prioridades, dentre os trabalhos a respeito do assunto, pode-se citar:

O de Kemeny e Snell(1962) que usaram a "abordagem axiomática" para o desenvolvimento de um processo que chegasse ao consenso de um conjunto de julgamentos. Eles provaram que existe uma função de distância única que satisfaz todos os axiomas. Desta forma, faz-se uso de uma matriz de consenso, estabelecendo-se para cada uma das entradas, qual seria o valor que provocaria a minimização do somatório dos quadrados das distâncias para cada entrada equivalente as matrizes de julgamentos formadas pelo conjunto de indivíduos.

De outro modo, Bogart(1973) generalizou a abordagem proposta por Kemeny e Snell da função da distância para o selecionamento das ordenações parciais de um determinado conjunto, abrangendo para uma semi-ordem e ordem de intervalos, além de para as ordens intransitivas. Este chegou depois de provar a unicidade da função distância, as seguintes conclusões:

1) A média de uma seleção de ordenações, num conjunto de ordenações anti-simétricas, satisfaz a regra de decisão(chamada regra majoritária), segundo a qual (a) é preferido a (b), se o número de pessoas preferindo (a) a (b) menos aquele de pessoas preferindo (b) a (a) for maior que a metade do número de indivíduos participantes do julgamento;

2) A ordenação da regra majoritária, para um conjunto de ordenações anti-simétricas, é a mediana para o conjunto. A mediana é única, ao menos que haja um empate entre as pessoas preferindo (a) a (b) e o número de pessoas

preferindo (b) a (a).

O método adotado neste trabalho foi o da média geométrica devido as circunstâncias, já discutidas, do problema em estudo.

APENDICE III

PROGRAMA PARA O CALCULO DOS VETORES DE PRIORIDADES

Propósito: este programa obtém o autovalor principal e o vetor de prioridades das matrizes comparativas formuladas a partir dos julgamentos proferidos pelos grupos decisores.

Precisão: dupla

Variáveis de entrada.

$A(NM,N)$ = representa os elementos da matriz A, que no caso deste estudo é o elemento geral A_{ij} , tanto nas matrizes critérios versus critérios como nas projetos versus projetos, ou seja, a importância relativa da atividade i com relação a j.

NM = representa as linhas das matrizes de comparação paritária.

N = representa as colunas das matrizes de comparação paritária.

IERR = número máximo de iterações para o cálculo do autovalor principal.

obs.(1) - os dados de entrada utilizam o comando (DATA).

Variáveis de saída.

$Z(I,J)$ = ordenação final dos vetores de prioridades.

obs.(2) - a condição de erro para este programa é quando a convergência para se encontrar um autovalor não é alcançada depois de 30 iterações.

```

INTEGER IERR, J, K, N, NM
DOUBLE PRECISION A(NM,N), WR(NM), WI(NM), Z(NM,N)
DATA A(NM,N) / 1.D0/, A(1,2) /, ..., A(NM,N) / NM.D0/,
+ NM /N/, N /N/
WRITE (6, 40)
DO 10 K = 1, N
    WRITE (6, 50) (A(K,J), J = 1,N)
10 CONTINUE
C
CALL GENRVV (NM, N, A, WR, WI, Z, IERR)
WRITE (6, 60)
DO 20 K = 1, N
    WRITE (6, 50) WR(K), WI(K)
20 CONTINUE
WRITE (6, 70)
DO 30 K = 1, N
    WRITE (6, 80) (Z(K,J), J = 1, N)
30 CONTINUE
40 FORMAT (/40X, 8HMATRIZ A /)
50 FORMAT (20X,4D24.16)
60 FORMAT (/25X, 35H AUTOVALORES ASSOCIADOS A MATR Z A /)
70 FORMAT (/25X, 24H AUTOVETORES ASSOCIADOS /)
80 FORMAT (20X,2(D24.16))
STOP
END
C
INTEGER NM, N, IERR
DOUBLE PRECISION A(NM,N), WR(N), WI(N), Z(NM,N)
C
C*****
C
C   ESTA SUBROTINA DETERMINA TODOS OS AUTOVALORES E AUTOVETORES DE
C   UMA MATRIZ REAL POR BALANCEAMENTO, REDUZIDA A FORMA DE HESSENBERG
C   ATRAVES DE TRANSFORMACOES SIMILARES ELEMENTARES ESTABILIZADAS,
C   PELO METODO QR E POR ACUMULACOES DAS TRANSFORMACOES.
C
C-----P A R A M E T R O S-----
C
C   NM      - INTEGER
C             INDICA O NUMERO DE LINHAS DA MATRIZ 'A', COMO EH ESPE-
C             CIFICADO NA DECLARACAO DE 'A' NO PROGRAMA PRINCIPAL.
C   N       - INTEGER
C             INDICA O NUMERO MINIMO DE COLUNAS DE 'A'. N NAO DEVE
C             SER MAIOR QUE NM.
C   A       - DOUBLE PRECISION (NM,N)
C             EH UMA MATRIZ COM NM LINHAS E, NO MINIMO, N COLUNAS.
C             NA ENTRADA, 'A' CONTEM A MATRIZ REAL 'A' DE ORDEM N, NA
C             QUAL OS AUTOVALORES E AUTOVETORES DEVEM SER CALCULADOS.
C             GENRVV DESTROI A MATRIZ 'A'.
C   WR, WI  - DOUBLE PRECISION (N)
C             APENAS DECLARADO.
C   Z       - DOUBLE PRECISION (NM,N)

```

```

C          APENAS DECLARADO.
C      IERR  INTEGER
C          APENAS DECLARADO.
C
C      NO RETORNO
C
C      WR, WI - SAO VETORES DE DIMENSAO MAIOR OU IGUAL A N, CONTENDO
C              AS PARTES REAL E IMAGINARIA, RESPECTIVAMENTE, DOS AUTO-
C              VALORES DA MATRIZ 'A'. OS AUTOVALORES SAO DESORDENADOS,
C              EXCETO QUE OS PARES COMPLEXOS CONJUGADOS DE AUTOVALORES
C              APARECE CONSECUTIVAMENTE COM OS AUTOVALORES TENDO A
C              PARTE IMAGINARIA POSITIVA PRIMEIRO.
C
C      Z      - EH UMA MATRIZ COM NM LINHAS E, NO MINIMO, N COLUNAS,
C              CONTENDO AS PARTES REAL E IMAGINARIA DOS AUTOVETORES DA
C              MATRIZ 'A'. SE O J-ESIMO AUTOVALOR FOR REAL, A J-ESIMA
C              COLUNA DE Z CONTEM SEU AUTOVETOR. SE O J-ESIMO AUTOVA-
C              LOR FOR COMPLEXO COM A PARTE IMAGINARIA POSITIVA, A
C              J-ESIMA E A (J+1)-ESIMA COLUNAS DE Z CONTEM AS PARTES
C              REAL E IMAGINARIA DE SEU AUTOVETOR. O CONJUGADO DESTA
C              VETOR EH O AUTOVETOR PARA O AUTOVALOR CONJUGADO. OS
C              AUTOVETORES NAO SAO NORMALIZADOS.
C
C      IERR  - EH UMA VARIAVEL INDICANDO O ESTADO DA ULTIMA ITERACAO -
C              IERR = 0 - TODOS OS AUTOVALORES FORAM ENCONTRADOS.
C              = J - O J-ESIMO AUTOVALOR NAO FOI DETERMINADO EM
C              30 ITERACOES.
C
C      SE MAIS DE 30 ITERACOES FOREM NECESSARIAS PARA DETERMINAR UM
C      AUTOVALOR, ESTA SUBROTINA TERMINA COM IERR ASSINALANDO O INDICE
C      DO AUTOVALOR PARA O QUAL A FALHA OCORRE. NESTE CASO OS VETORES WR
C      E WI CONTERAO AUTOVALORES APENAS PARA OS INDICES IERR+1,...,N. E
C      NENHUM AUTOVETOR EH CALCULADO.
C
C-----SUBPROGRAMAS UTILIZADOS-----
C
C      DA BIBLIOTECA - BALANC, BALBAK, ELMHES, ELTRAN, HQR2.
C
C-----EXEMPLO DE PROGRAMA ATIVADOR-----
C
C      CONSIDERANDO A MATRIZ DO PROGRAMA EXEMPLO.
C
C      AUTO-VALOR REAL DUPLO                AUTO-VETOR ASSOCIADO
C      LAMBDA1 = 4.00                        V1 = (0.8320500, 0.5547000, 0.00, 0.00)
C
C      AUTO-VALOR COMPLEXO COM PARTE IMAGINARIA POSITIVA
C              LAMBDA2 = (0.00, DSQRT(3.00)I)
C              AUTO-VETOR ASSOCIADO
C      V2 = ((0.00,0.00), (0.00,0.00), (-1.73200,-2.00), (0.00,1.00))
C
C      NOTA
C      O AUTO-ESPACO DETERMINADO PELO AUTO-VALOR LAMBDA1 = 4.00 EH
C      W = ((3/2)Y, Y, 0.00, 0.00) E O AUTO-ESPACO DETERMINADO PELO AUTO-VA-
C      LOR LAMBDA2 = DSQRT(3.00)I EH V = (0.00, 0.00, (-2.00+DSQRT(3.00)I)W, W).
C      COMO SE VE, APENAS UM AUTO-VETOR ASSOCIADO A LAMBDA1 = 4.00 EH
C      CALCULADO. DA MESMA FORMA, APENAS UM AUTO-VETOR ASSOCIADO A

```

```

C LAMBDA2 = DSQRT(3.00)I EH CALCULADO.
C
C-----M E T O D O-----
C
C A MATRIZ REAL 'A' EH PRIMEIRO BALANCEADA PARA MELHORAR A CON-
C DICAO DO PROBLEMA USANDO A SUBROTINA BALANC. POSTERIORMENTE 4 SUB-
C ROTINAS ADICIONAIS SAO UTILIZADAS, ELMHES, ELTRAN, HQR2, E BALBAK.
C ELMHES REDUZ A MATRIZ 'A' PARA A FORMA DE HESSENBERG, ENQUANTO QUE
C ELTRAN ACUMULA AS TRANSFORMACOES. HQR2 DETERMINA TODOS OS AUTOVA-
C LORES USANDO O METODO QR E TAMBEM ACUMULA AS TRANSFORMACOES DU-
C RANTE A EXECUCAO DO METODO QR. BALBAK TRANSFORMA OS AUTOVETORES
C PARA A FORMA ORIGINAL DA MATRIZ.
C
C-----
26 INTEGER IGH, INT(100), LOW
27 DOUBLE PRECISION SCALE(100)
C
28 CALL BALANC (NM, N, A, LOW, IGH, SCALE)
29 CALL ELMHES (NM, N, LOW, IGH, A, INT)
30 CALL ELTRAN (NM, N, LOW, IGH, A, INT, Z)
31 CALL HQR2 (NM, N, LOW, IGH, A, WR, WI, Z, IERR)
32 CALL BALBAK (NM, N, LOW, IGH, SCALE, N, Z)
C
33 RETURN
34 END
C
C *** WATFIV CROSS REFERENCE ***
C *** END OF WATFIV CROSS REFERENCE ***
C
C SUBROUTINE BALANC (NM, N, A, LOW, IGH, SCALE)
C
C INTEGER NM, N, LOW, IGH
C DOUBLE PRECISION A(NM,N), SCALE(N)
C
C *****
C
C ESTA SUBROTINA BALANCEIA UMA MATRIZ REAL E ISOLA AUTOVALORES
C SEMPRE QUE POSSIVEL.
C
C SUPONHA QUE AS LINHAS DA SUBMATRIZ PRINCIPAL TENHAM SIDO BALAN-
C CEADAS DE LOW PARA IGH, QUE P(J) DENOTA O INDICE TROCADO POR J DU-
C RANTE O PASSO DE PERMUTACAO, E QUE OS ELEMENTOS DA MATRIZ DIAGO-
C NAL USADA SAO DENOTADOS POR D(I,J). ENTAO
C SCALE(J) = P(J) PARA J=1,...,LOW-1
C = D(J,J) J=LOW,...,IGH
C = P(J) J=IGH+1,...,N.
C A ORDEM NA QUAL AS TROCAS SAO EFETUADAS EH DE N PARA IGH+1, OU
C ENTAO DE 1 PARA LOW-1.
C NOTE QUE I RETORNARAH PARA IGH, SE IGH FOR FORMALMENTE ZERO.
C
C-----P A R A M E T R O S-----
C
C NA CHAMADA
C
C NM - INTEGER
C EH UMA VARIAVEL QUE INDICA O NUMERO DECLARADO DE LINHAS
C DA MATRIZ 'A'.

```

```

C      N - INTEGER
C      EH O NUMERO DE COLUNAS DA MATRIZ 'A'.
C      A - DOUBLE PRECISION (NM,N)
C      CONTEM A MATRIZ A SER BALANCEADA.
C
C NO RETORNO
C
C      A - CONTERAH A MATRIZ BALANCEADA.
C      LOW,IGH - SAO DOIS INTEIROS TAIS QUE A(I,J)
C      EH IGUAL A ZERO SE -
C      (1) I FOR MAIOR QUE J, E
C      (2) J=1,...,LOW-1 OU I=IGH+1,...,N
C      SCALE - DOUBLE PRECISION (N)
C      CONTEM INFORMACAO DETERMINANDO AS PERMUTACOES E FA-
C      TORES ESCALONADOS USADOS.
C
C-----SUBPROGRAMAS UTILIZADOS-----
C
C      DO FORTRAN - DABS, DBLE, FLOAT.
C      DA BIBLIOTECA - IMAQ.
C-----
C
C      INTEGER I, IEXC, J, JJ, K, L, M
C      INTEGER IMAQ
C      REAL FLOAT
C      DOUBLE PRECISION B2, C, F, G, P95, R, RADIX, S, UM, ZERO
C      DOUBLE PRECISION DABS, DBLE
C      LOGICAL NOCONV
C      RADIX = DBLE (FLOAT (IMAQ (7)))
C
C      DATA ZERO / 0.000 /, UM / 1.000 /, P95 / 0.9500 /
C
C      B2 = RADIX * RADIX
C      K = 1
C      L = N
C      GO TO 100
C
C      PROCEDIMENTO IN-LINE PARA
C      TRDCA DE LINHA E COLUNA
C
C 20 CONTINUE
C      SCALE(M) = J
C      IF (J .EQ. M) GO TO 50
C
C      DO 30 I = 1, L
C          F = A(I,J)
C          A(I,J) = A(I,M)
C          A(I,M) = F
C 30 CONTINUE
C
C      DO 40 I = K, N
C          F = A(J,I)
C          A(J,I) = A(M,I)
C          A(M,I) = F

```

```
40 CONTINUE
C
50 CONTINUE
  GO TO (80, 130), IEXC
C
C PESQUISA LINHAS PARA ISOLAR UM
C AUTOVALOR E COLOCA-LO PARA BAIXO
C
80 CONTINUE
  IF (L .EQ. 1) GO TO 280
  L = L - 1
C
C PARA J = L DECREMENTANDO J DE 1
C ATEN QUE ATINJA O VALOR 1
C
100 CONTINUE
  DO 120 JJ = 1, L
    J = L + 1 - JJ
C
    DO 110 I = 1, L
      IF (I .EQ. J) GO TO 110
      IF (A(J,I) .NE. ZERO) GO TO 120
110 CONTINUE
C
    M = L
    IEXC = 1
    GO TO 20
120 CONTINUE
C
    GO TO 140
C
C PESQUISA COLUNAS PARA ISOLAR UM
C AUTOVALOR E COLOCA-LO A ESQUERDA
C
130 CONTINUE
  K = K + 1
C
140 CONTINUE
  DO 170 J = K, L
C
    DO 150 I = K, L
      IF (I .EQ. J) GO TO 150
      IF (A(I,J) .NE. ZERO) GO TO 170
150 CONTINUE
C
    M = K
    IEXC = 2
    GO TO 20
170 CONTINUE
C
C BALANCEA A SUBMATRIZ DA LINHA K PARA L
C
  DO 180 I = K, L
    SCALE(I) = UM
180 CONTINUE
```

```

C
C   CICLO ITERATIVO PARA REDUCAO NORMAL
C
190 CONTINUE
   NOCONV = .FALSE.
C
   DO 270 I = K, L
     C = ZERO
     R = ZERO
     DO 200 J = K, L
       IF (J .EQ. I) GO TO 200
       C = C + DABS (A(J,I))
       R = R + DABS (A(I,J))
200   CONTINUE
C
     G = R / RADIX
     F = UM
     S = C + R
210   CONTINUE
     IF (C .GE. G) GO TO 220
     F = F * RADIX
     C = C * B2
     GO TO 210
220   CONTINUE
     G = R * RADIX
230   CONTINUE
     IF (C .LT. G) GO TO 240
     F = F / RADIX
     C = C / B2
     GO TO 230
C
C   BALANCEA
C
240   CONTINUE
     IF ((C + R) / F .GE. P95 * S) GO TO 270
     G = UM / F
     SCALE(I) = SCALE(I) * F
     NOCONV = .TRUE.
C
     DO 250 J = K, N
       A(I,J) = A(I,J) * G
250   CONTINUE
C
     DO 260 J = 1, L
       A(J,I) = A(J,I) * F
260   CONTINUE
C
270 CONTINUE
C
   IF (NOCONV) GO TO 190
C
280 CONTINUE
   LOW = K
   IGH = L
C

```



```

C      NM      - INTEGER *
C      INDICA O NUMERO DECLARADO DE LINHAS DA MATRIZ 'A'. *
C      N      - INTEGER *
C      EH A ORDEM DA MATRIZ 'A' A SER PROCESSADA. *
C      LOW, IGH - INTEGER *
C      SAO DETERMINADOS PELO BALANCEAMENTO NA SUBROUTINE *
C      BALANC. SE BALANC NAO FOI USADO, CONSIDERE LOW = 1, *
C      E IGH = N. *
C      A      - DOUBLE PRECISION (NM, IGH) *
C      CONTEM OS MULTIPLICADORES QUE FORAM USADOS NA REDU- *
C      CAO POR ELMHES EM SEU TRIANGULO INFERIOR ABAIXO DA *
C      SUBDIAGONAL. *
C      INT     - INTEGER (IGH) *
C      CONTEM INFORMACAO SOBRE AS LINHAS E COLUNAS PERMU- *
C      TADAS NA REDUCAO POR ELMHES. SOMENTE ELEMENTOS DE *
C      LOW ATEH IGH SAO USADOS. *
C
C      NO RETORNO *
C
C      Z      - DOUBLE PRECISION (NM,N) *
C      CONTEM A MATRIZ TRANSFORMACAO PRODUZIDA NA REDUCAO *
C      POR ELMHES. *
C
C-----*

```

```

C      INTEGER I, J, KL, MM, MP, MP1
C      DOUBLE PRECISION UM, ZERO
C
C      DATA ZERO / 0.000 /, UM / 1.000 /
C
C      INICIALIZA Z COMO A MATRIZ IDENTIDADE
C
C      DO 80 I = 1, N
C          DO 60 J = 1, N
C              Z(I,J) = ZERO
C      60 CONTINUE
C          Z(I,I) = UM
C      80 CONTINUE
C      KL = IGH - LOW - 1
C      IF (KL .LT. 1) RETURN
C
C      DO 140 MM = 1, KL
C          MP = IGH - MM
C          MP1 = MP + 1
C          DO 100 I = MP1, IGH
C              Z(I,MP) = A(I,MP-1)
C      100 CONTINUE
C          I = INT(MP)
C          IF (I .EQ. MP) GO TO 140
C          DO 130 J = MP, IGH
C              Z(MP,J) = Z(I,J)
C              Z(I,J) = ZERO
C      130 CONTINUE
C          Z(I,MP) = UM
C      140 CONTINUE
C

```

RETURN
END

*** WATFIV CROSS REFERENCE ***

INTEGER NM, N, IGH, LOW, IERR
DOUBLE PRECISION H(NM,N), WR(N), WI(N), Z(NM,N)

ESTA SUBROTINA ENCONTRA OS AUTOVALORES E AUTOVECTORES DE UMA
MATRIZ REAL NA FORMA SUPERIOR DE HESSENBERG PELO METODO QR. OS
AUTOVECTORES DE UMA MATRIZ REAL QUALQUER PODEM TAMBEM SER ENCON-
TRADOS SE ELMHES E ELTRAN OU ORTHES E ORTRAN FOREM USADOS PARA
REDUZIR ESTA MATRIZ A FORMA DE HESSENBERG E ACUMULAR AS TRANS-
FORMACOES SIMILARES.

A ARITMETICA EH REAL EXCETO PARA A SUBSTITUICAO DO PROCESSO
ALGOL CDIV PELA DIVISAO COMPLEXA.

-----P A R A M E T R O S-----

NA CHAMADA

- NM - INTEGER
INDICA O NUMERO DE LINHAS DA MATRIZ 'A', DECLARADO
NO PROGRAMA ATIVADOR.
- N - INTEGER
EH A ORDEM DA MATRIZ 'A' A SER PROCESSADA.
- LOW, IGH - INTEGER
SAO DETERMINADOS POR BALANCEAMENTO, NA SUBROTINA
BALANC. SE BALANC NAO FOI USADA, INICIALIZA-SE
LOW = 1 E IGH = N
- H - DOUBLE PRECISION (NM, N)
CONTEM A MATRIZ SUPERIOR DE HESSENBERG.
- WR, WI - DOUBLE PRECISION (N)
APENAS DECLARADOS.
- Z - DOUBLE PRECISION (NM,N)
CONTEM A MATRIZ DE TRANSFORMACAO PRODUZIDA POR EL-
TRAN DEPOIS DA REDUCAO POR ELMHES, OU POR ORTRAN
DEPOIS DA REDUCAO POR ORTHES, SE REALIZADAS. SE OS
AUTOVECTORES DA MATRIZ DE HESSENBERG SAO DESEJADOS,
Z DEVE CONTER A MATRIZ IDENTIDADE.
- IERR - INTEGER
APENAS DECLARADO.

NO RETORNO

- H - EH DESTRUIDO.
- WR, WI - DOUBLE PRECISION (N)
CONTEM AS PARTES REAL E IMAGINARIA, RESPECTIVAMENTE
DOS AUTOVALORES. OS AUTOVALORES ESTAO DESORDENADOS,
COM EXCECAO DOS PARES COMPLEXOS CONJUGADOS DE VALOR
QUE APARECEM CONSECUTIVAMENTE COM O AUTOVALOR TENDO
PARTE IMAGINARIA POSITIVA PRIMEIRO. SE UM RETORNO
COM ERRO OCORRER, ESTES VECTORES CONTERAO AUTOVALORES

```

C          APENAS PARA OS INDICES IERR+1,...,N.
C          Z - CONTEM AS PARTES REAL E IMAGINARIA DOS AUTOVETORES.
C          SE O I-ESIMO AUTOVALOR FOR REAL, A I-ESIMA COLUNA DE
C          Z CONTEM SEU AUTOVETOR. SE O I-ESIMO AUTOVALOR FOR
C          COMPLEXO COM PARTE IMAGINARIA POSITIVA, A I-ESIMA E
C          A (I+1)-ESIMA COLUNAS DE Z CONTEM AS PARTES REAL E
C          IMAGINARIA DE SEU AUTOVETOR. OS AUTOVETORES NAO ES-
C          TAO NORMALIZADOS. SE UM RETORNO COM ERRO OCORRER,
C          NENHUM DOS AUTOVETORES SERAH ENCONTRADO.
C          IERR - INTEGER
C          PODE SER -
C
C          O - SE TODOS OS AUTOVALORES E AUTOVE-
C          TORES FORAM ENCONTRADOS.
C          J - SE O J-ESIMO AUTOVALOR NAO FOR DE-
C          TERMINADO DEPOIS DE 30 ITERACOES.
C
C-----SUBPROGRAMAS UTILIZADOS-----
C
C          DO FORTRAN - DABS, DCMLPX, DSIGN, DSQRT, MINO.
C          DA BIBLIOTECA - DMAQ, IMAQ.
C-----
C
C          INTEGER I, J, K, L, M, EN, II, JJ, LL, MM, NA, NN,
X          ITS, MP2, ENM2
C          INTEGER IMAQ, MINO
C          DOUBLE PRECISION DOIS, MACHEP, NORM, P, P4375, P75, Q, R, RA,
+          S, SA, T, T3(2), UM, VI, VR, W, X, Y, ZERO, ZZ
C          DOUBLE PRECISION DABS, DMAQ, DSIGN, DSQRT
C          LOGICAL NOTLAS
C          COMPLEX*16 Z3
C          COMPLEX*16 DCMLPX
C          EQUIVALENCE (Z3, T3(1))
C
C          DATA ZERO / 0.000 /, P75 / 0.7500 /, P4375 / 0.437500 /,
+          UM / 1.000 /, DOIS / 2.000 /
C
C          MACHEP = DMAQ (4)
C          IERR = 0
C
C          ARMAZENA RAIZES ISOLADAS POR BALANC
C
C          DO 50 I = 1, N
C             IF (I .GE. LOW .AND. I .LE. IGH) GO TO 50
C             WR(I) = H(I,I)
C             WI(I) = ZERO
C          50 CONTINUE
C
C          EN = IGH
C          T = ZERO
C
C          PROCURA NOVOS AUTOVALORES
C
C          60 CONTINUE
C          IF (EN .LT. LOW) GO TO 340
    
```

ITS = 0
 NA = EN - 1
 ENM2 = NA - 1

C
 C PROCURA O MENOR ELEMENTO DA SUBDIAGONAL
 C PARA L = EN DECREMENTANDO L DE 1
 C ATEH QUE ATINJA O VALOR LOW
 C

70 CONTINUE
 DO 80 LL = LOW, EN
 L = EN + LOW - LL
 IF (L .EQ. LOW) GO TO 100
 IF (DABS (H(L,L-1)) .LE. MACHEP * (DABS (H(L-1,L-1))
 X + DABS (H(L,L)))) GO TO 100

80 CONTINUE

C
 C FORMA PARA DESLOCAMENTO
 C

100 CONTINUE
 X = H(EN,EN)
 IF (L .EQ. EN) GO TO 270
 Y = H(NA,NA)
 W = H(EN,NA) * H(NA,EN)
 IF (L .EQ. NA) GO TO 280
 IF (ITS .EQ. 30) GO TO 1000
 IF (ITS .NE. 10 .AND. ITS .NE. 20) GO TO 130

C
 C FORMA PARA DESLOCAMENTO EXCEPCIONAL
 C

T = T + X

DO 120 I = LOW, EN
 H(I,I) = H(I,I) - X

120 CONTINUE

C
 S = DABS (H(EN,NA)) + DABS (H(NA,ENM2))
 X = P75 * S
 Y = X
 W = -P4375 * S * S

130 CONTINUE
 ITS = ITS + 1

C
 C PROCURA OS DOIS MENORES ELEMENTOS
 C DA SUBDIAGONAL
 C PARA M = EN - 2 DECREMENTANDO M DE 1
 C ATEH QUE ATINJA O VALOR LOW
 C

DO 140 MM = L, ENM2
 M = ENM2 + L - MM
 ZZ = H(M,M)
 R = X - ZZ
 S = Y - ZZ
 P = (R * S - W) / (H(M+1,M) + H(M,M+1))
 Q = H(M+1,M+1) - ZZ - R - S
 R = H(M+2,M+1)

```

      S = DABS (P) + DABS (Q) + DABS (R)
      P = P / S
      Q = Q / S
      R = R / S
      IF (M .EQ. L) GO TO 150
      IF (DABS (H(M,M-1)) * (DABS (Q) + DABS (R)) .LE. MACHEP *
X     DABS (P) * (DABS (H(M-1,M-1)) + DABS (ZZ) + DABS (H(M+1,
X     M+1)))) GO TO 150
140 CONTINUE

```

C

```

150 CONTINUE
      MP2 = M + 2

```

C

```

      DO 160 I = MP2, EN
      H(I,I-2) = ZERO
      IF (I .EQ. MP2) GO TO 160
      H(I,I-3) = ZERO

```

```

160 CONTINUE

```

C

C

C

C

```

      DOUBLE QR STEP INVOLVING ROWS L TO EN AND
      COLUMNS M TO EN

```

```

      DO 260 K = M, NA
      NOTLAS = K .NE. NA
      IF (K .EQ. M) GO TO 170
      P = H(K,K-1)
      Q = H(K+1,K-1)
      R = ZERO
      IF (NOTLAS) R = H(K+2,K-1)
      X = DABS (P) + DABS (Q) + DABS (R)
      IF (X .EQ. ZERO) GO TO 260
      P = P / X
      Q = Q / X
      R = R / X

```

```

170

```

```

      CONTINUE
      S = DSIGN (DSQRT (P * P + Q * Q + R * R), P)
      IF (K .EQ. M) GO TO 180
      H(K,K-1) = -S * X
      GO TO 190

```

```

180

```

```

      CONTINUE
      IF (L .NE. M) H(K,K-1) = -H(K,K-1)

```

```

190

```

```

      CONTINUE
      P = P + S
      X = P / S
      Y = Q / S
      ZZ = R / S
      Q = Q / P
      R = R / P

```

313

314

C

C

C

```

      MODIFICACAO DAS LINHAS

```

315

316

317

318

```

      DO 210 J = K, N
      P = H(K,J) + Q * H(K+1,J)
      IF (.NOT. NOTLAS) GO TO 200
      P = P + R * H(K+2,J)

```

```

319          H(K+2,J) = H(K+2,J) - P * ZZ
320      200      CONTINUE
321          H(K+1,J) = H(K+1,J) - P * Y
322          H(K,J) = H(K,J) - P * X
323      210      CONTINUE
      C
324          J = MINO (EN, K + 3)
      C
      C
      C      MODIFICACAO DAS COLUNAS
325          DO 230 I = 1, J
326              P = X * H(I,K) + Y * H(I,K+1)
327              IF (.NOT. NOTLAS) GO TO 220
328              P = P + ZZ * H(I,K+2)
329              H(I,K+2) = H(I,K+2) - P * R
330      220      CONTINUE
331              H(I,K+1) = H(I,K+1) - P * Q
332              H(I,K) = H(I,K) - P
333      230      CONTINUE
      C      ACUMULA TRANSFORMACOES
334          DO 250 I = LOW, IGH
335              P = X * Z(I,K) + Y * Z(I,K+1)
336              IF (.NOT. NOTLAS) GO TO 240
337              P = P + ZZ * Z(I,K+2)
338              Z(I,K+2) = Z(I,K+2) - P * R
339      240      CONTINUE
340              Z(I,K+1) = Z(I,K+1) - P * Q
341              Z(I,K) = Z(I,K) - P
342      250      CONTINUE
      C
343      260      CONTINUE
      C
344          GO TO 70
      C
      C      UMA RAIZ ENCONTRADA
      C
345      270      CONTINUE
346          H(EN,EN) = X + T
347          WR(EN) = H(EN,EN)
348          WI(EN) = ZERO
349          EN = NA
350          GO TO 60
      C
      C      DUAS RAIZES ENCONTRADAS
      C
351      280      CONTINUE
352          P = (Y - X) / DOIS
353          Q = P * P + W
354          ZZ = DSQRT (DABS (Q))
355          H(EN,EN) = X + T
356          X = H(EN,EN)
357          H(NA,NA) = Y + T
358          IF (Q .LT. ZERO) GO TO 320
      C
      C      PAR REAL

```

```

C
  ZZ = P + DSIGN (ZZ, P)
  WR(NA) = X + ZZ
  WR(EN) = WR(NA)
  IF (ZZ .NE. ZERO) WR(EN) = X - W / ZZ
  WI(NA) = ZERO
  WI(EN) = ZERO .
  X = H(EN,NA)
  R = DSQRT (X * X + ZZ * ZZ)
  P = X / R
  Q = ZZ / R

C
C
C  MODIFICACAO DAS LINHAS

  DO 290 J = NA, N
    ZZ = H(NA,J)
    H(NA,J) = Q * ZZ + P * H(EN,J)
    H(EN,J) = Q * H(EN,J) - P * ZZ
290 CONTINUE

C
C
C  MODIFICACAO DAS COLUNAS

  DO 300 I = 1, EN
    ZZ = H(I,NA)
    H(I,NA) = Q * ZZ + P * H(I,EN)
    H(I,EN) = Q * H(I,EN) - P * ZZ
300 CONTINUE

C
C
C  ACUMULA TRANSFORMACOES

  DO 310 I = LOW, IGH
    ZZ = Z(I,NA)
    Z(I,NA) = Q * ZZ + P * Z(I,EN)
    Z(I,EN) = Q * Z(I,EN) - P * ZZ
310 CONTINUE

C
  GO TO 330

C
C
C  PAR COMPLEXO

320 CONTINUE
  WR(NA) = X + P
  WR(EN) = X + P
  WI(NA) = ZZ
  WI(EN) = -ZZ
330 CONTINUE
  EN = ENM2
  GO TO 60

C
C
C  TODAS AS RAIZES FORAM ENCONTRADAS. SUBS-
C  TITUICAO REGRESSIVA PARA ENCONTRAR VETO-
C  RES DA FORMA TRIANGULAR SUPERIOR

340 CONTINUE
  NORM = ZERO

```

```

      K = 1
C
      DO 360 I = 1, N
C
          DO 350 J = K, N
              NORM = NORM + DABS (H(I,J))
350      CONTINUE
C
          K = I
360      CONTINUE
C
      IF (NORM .EQ. ZERO) GO TO 1001
C
      PARA EN=N DECREMENTANDO EN DE 1
      ATEH QUE ATINJA O VALOR 1
C
      DO 800 NN = 1, N
          EN = N + 1 - NN
          P = WR(EN)
          Q = WI(EN)
          NA = EN - 1
          IF (Q) 710, 600, 800
C
          VETOR REAL
C
          600      CONTINUE
              M = EN
              H(EN,EN) = UM
              IF (NA .EQ. 0) GO TO 800
C
          PARA I = EN - 1 DECREMENTANDO I DE 1
          ATEH QUE ATINJA O VALOR 1
C
          DO 700 II = 1, NA
              I = EN - II
              W = H(I,I) - P
              R = H(I,EN)
              IF (M .GT. NA) GO TO 620
C
              DO 610 J = M, NA
                  R = R + H(I,J) * H(J,EN)
310          CONTINUE
C
          620      CONTINUE
              IF (WI(I) .GE. ZERO) GO TO 630
                  ZZ = W
                  S = R
                  GO TO 700
330          CONTINUE
              M = I
              IF (WI(I) .NE. ZERO) GO TO 640
                  T = W
                  IF (W .EQ. ZERO) T = MACHEP * NORM
                  H(I,EN) = -R / T
                  GO TO 700

```

```

C
C
C
640      CONTINUE
        X = H(I,I+1)
        Y = H(I+1,I)
        Q = (WR(I) - P) * (WR(I) - P) + WI(I) * WI(I)
        T = (X * S - ZZ * R) / Q
        H(I, EN) = T
        IF (DABS (X) .LE. DABS (ZZ)) GO TO 650
        H(I+1,EN) = (-R - W * T) / X
        GO TO 700
650      CONTINUE
        H(I+1,EN) = (-S - Y * T) / ZZ
700      CONTINUE
C
C
C
        FIM DO VETOR REAL
C
C
C
        GO TO 800
C
C
C
        VETOR COMPLEXO
C
710      CONTINUE
        M = NA
C
C
C
C
        ULTIMA COMPONENTE DO VETOR ESCOLHIDA
        IMAGINARIA, DE MODO QUE A MATRIZ DOS
        AUTOVETORES SEJA TRIANGULAR
C
        IF (DABS (H(EN,NA)) .LE. DABS (H(NA,EN))) GO TO 720
        H(NA,NA) = Q / H(EN,NA)
        H(NA,EN) = -(H(EN,EN) - P) / H(EN,NA)
        GO TO 730
720      CONTINUE
        Z3 = DCMLX (ZERO, -H(NA,EN)) / DCMLX (H(NA,NA) - P, Q)
        H(NA,NA) = T3(1)
        H(NA,EN) = T3(2)
730      CONTINUE
        H(EN,NA) = ZERO
        H(EN,EN) = UM
        ENM2 = NA - 1
        IF (ENM2 .EQ. 0) GO TO 800
C
        DO 790 II = 1, ENM2
        I = NA - II
        W = H(I,I) - P
        RA = ZERO
        SA = H(I,EN)
C
        DO 760 J = M, NA
        RA = RA + H(I,J) * H(J,NA)
        SA = SA + H(I,J) * H(J,EN)
760      CONTINUE
C
        IF (WI(I) .GE. ZERO) GO TO 770

```

```

      ZZ = W
      R = RA
      S = SA
      GO TO 790
770  CONTINUE
      M = I
      IF (WI(I) .NE. ZERO) GO TO 780
      Z3 = DCMLPX (-RA, -SA) / DCMLPX (W, Q)
      H(I,NA) = T3(1)
      H(I,EN) = T3(2)
      GO TO 790
C
C
C      RESOLVE EQUACOES COMPLEXAS
780  CONTINUE
      X = H(I,I+1)
      Y = H(I+1,I)
      VR = (WR(I) - P) * (WR(I) - P) + WI(I) * WI(I) - Q * Q
      VI = (WR(I) - P) * DOIS * Q
      IF (VR .EQ. ZERO .AND. VI .EQ. ZERO) VR = MACHEP * NDRM
      * (DABS (W) + DABS (Q) + DABS (X) + DABS (Y) + DABS (ZZ))
X     Z3 = DCMLPX (X * R - ZZ * RA + Q * SA, X * S - ZZ * SA - Q
X     * RA) / DCMLPX (VR, VI)
      H(I,NA) = T3(1)
      H(I,EN) = T3(2)
      IF (DABS (X) .LE. DABS (ZZ) + DABS (Q)) GO TO 785
      H(I+1,NA) = (-RA - W * H(I,NA) + Q * H(I,EN)) / X
      H(I+1,EN) = (-SA - W * H(I,EN) - Q * H(I,NA)) / X
      GO TO 790
785  CONTINUE
      Z3 = DCMLPX (-R - Y * H(I,NA), -S - Y * H(I,EN)) / DCMLPX
X     (ZZ, Q)
      H(I+1,NA) = T3(1)
      H(I+1,EN) = T3(2)
790  CONTINUE
C
C
C      FIM DO VETOR COMPLEXO
800  CONTINUE
C
C      FIM DA SUBSTITUICAO REGRESSIVA.
C      VETORES DE RAIZES ISOLADAS
C
      DO 840 I = 1, N
      IF (I .GE. LOW .AND. I .LE. IGH) GO TO 840
C
      DO 820 J = I, N
      Z(I,J) = H(I,J)
820  CONTINUE
C
840  CONTINUE
C
C      MULTIPLICA PELA MATRIZ TRANSFORMACAO
C      PARA DAR VETORES DA MATRIZ ORIGINAL.
C      PARA J=N DECREMENTANDO J DE 1

```

C ATEH QUE ATINJA O VALOR LOW

C

DO 890 JJ = LOW, N
J = N + LOW - JJ
M = MINO (J, IGH)

C

DO 880 I = LOW, IGH
ZZ = ZERO

C

DO 860 K = LOW, M
ZZ = ZZ + Z(I,K) * H(K,J)

860

CONTINUE

C

Z(I,J) = ZZ

880

CONTINUE

890

CONTINUE

C

GO TO 1001

C

CONDICAO DE ERRO - CONVERGENCIA PARA UM AUTOVALOR
NAO FOI ALCANCADA DEPOIS DE 30 ITERACOES.

C

1000 CONTINUE
IERR = EN

1001 CONTINUE

C

RETURN
END

*** WATFIV CROSS REFERENCE ***

*** END OF WATFIV CROSS REFERENCE

SUBROUTINE BALBAK (NM, N, LOW, IGH, SCALE, M, Z)

C

INTEGER NM, N, LOW, IGH, M
DOUBLE PRECISION SCALE(N), Z(NM,M)

C

C*****

C

ESTA SUBROTINA TRANSFORMA OS AUTOVETORES DE UMA MATRIZ REAL
QUALQUER BALANCEADA POR BALANC PARA OS AUTOVETORES DA MATRIZ ORI-
GINAL.

C

C-----P A R A M E T R O S-----

C

NA CHAMADA

C

NM - INTEGER
INDICA O NUMERO DE LINHAS DA MATRIZ 'A', DECLARADO
NO PROGRAMA ATIVADOR.

C

N - INTEGER
EH A ORDEM DA MATRIZ 'A' A SER PROCESSADA.

C

LOW, IGH - INTEGER
SAO DETERMINADOS POR BALANC.

C

SCALE - DOUBLE PRECISION (N)
CONTEM INFORMACAO DETERMINANDO AS PERMUTACOES E
FATORES DE ESCALA USADOS POR BALANC.

C

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

ABREU, Waldyr(1976). Aspectos do Direito Rodoviário e sua Autonomia. Institutos de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro.

ABREU, Waldyr(1978). Segurança do Trânsito. Um Problema que Preocupa a Coletividade. Revista do Departamento de Operação do Sistema Viário (DSV), nº 01, São Paulo, p 80.

ABREU, Waldyr(1971). A Técnica Legislativa como Fator da Vulgarização das Normas de trânsito. 7º Simpósio Sobre Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, nº 568.

ADLER, Hans A.(1978). Avaliação Econômica dos Projetos de Transportes. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, p 32.

ANPET (1988) - Associação Nacional de Pesquisas em Transportes. Anais do II Encontro Nacional, vol.1, p.32, p 35.

ANTUNES, R.C Virginia(1980). Educação de trânsito. Treinamentos Eventuais de Motoristas de Onibus. Revista do DSV, nº 06, São Paulo, p 19.

CONTRAN (1982) - Conselho Nacional de trânsito. Noções de Medicina de Trânsito, Brasília, p 45.

CONTRAN (1979) - Conselho Nacional de Trânsito. Serviços de Engenharia. Manual de Semáforos. Critérios para Instalação de Semáforos. Brasília, pp. 41 - 47.

D'AMARO(1992). A Implacável Dinâmica dos Carros. Super, ano 6, nº10, pp 21 - 26.

DENATRAN (1982) - Departamento Nacional de trânsito. Manual de Sinalização de Trânsito, Brasília.

DENATRAN (1990) - Departamento Nacional de Trânsito. Ministério da Justiça. Acidentes de Trânsito, Série Histórica, 3ª edição, Brasília.

DUARTE Jr.(1989). Análise Comparativa de Procedimentos Multicriteriais em Planejamento de Transportes. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil.

FERREIRA, A.(1960). Dicionário Brasileiro da Língua Brasileira, 11ª edição, São Paulo.

FRAGOSO, Heleno C.(1989). Lições de Direito Penal, Editora Forence, 8ª edição, vol.01, pp 45 -78.

GEIPOT (1987) - Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. O Acidente de Trafego. Flagelo Nacional Evitável.

GOMES, Luiz F. A. M.(1991) Conflitos e Negociação no Planejamento Participativo: Uma Formulação de Análise de Decisões com Múltiplos Critérios. Revista Investigación

Operativa, vol.02, nº 02.

GOMES & OLIVEIRA (1992). A Multicriteria Approach to Performance Measuring for Organization Processes - The Case of Data Processing Centres. Foundations of Computing and Decision Sciences, vol.17, nº1, pp 13 - 25.

GOMES, L.A.F.M.(1992). Reducing Inconsistency in Pairwise Comparison Matrices, SAMS, vol.9, pp 225 - 227.

GOMES, L.A.F.M. e LIMA, Mônica(1992). Auxílio Multicritério à Decisão e sua Avaliação de Projetos Ambientais. Estudo elaborado pela PUC e pela DNER, Rio de Janeiro.

GOMES, L.A.F.M.(1990). As Questões da Atribuição de Pesos e a Escolha dos Critérios nas Análises de Decisões com Múltiplos Critérios. Memorando Técnico nº 13. Departamento de Engenharia Industrial. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

GOMES, L.A.F.M. & Duarte Jr, A. M. Uma Comparação entre quatro Métodos Multicriteriais de Auxílio à Decisão, a ser publicado.

GONÇALVES & SOUSA(1977). Introdução à Algebra Linear. Editora Edgard Blucher, p 138.

GINSBERG, Morris(1966). Psicologia da Sociedade. Editora Zahar, Rio de Janeiro, p 89.

HILLS, B.L et alii(1991). Accident Reduction Research in Papua New Guinea.

HILLS, B.L et alii(1991). Road Safety in Developing Countries: an over view. Congress. Oslo : Institute of Transport Economics (TOI).

IBGE (1991) - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Anuário Estatístico, Segurança Pública.

I.T.E - Institute of Traffic Engineers. Transportation and Traffic Engineering Traffic Signals, 3ª edição, 1976, pp. 782 - 786.

JACOBS, G.D.(1982) O Potential for Road Accident Reducing in Developing Countries. Transport Reviews, vol.2, no2, pp. 213-224.

NASSI, C.D et alii(1990). Utilização do Cinto de Segurança no Rio de Janeiro. VI Congresso Panamericano de Transito y Transporte, Colômbia, Tomo I, pp. 92-106.

OLIVEIRA, Juarez (1993). Código Civil. Editora Saraiva, 43ª edição, p 37.

REGO, Maria Terêsa (1982). Estrutura e Apresentação de Dissertação e Tese, João Pessoa, Ed. Universitária/UFPB, p 64.

ROZESTRATEN, Reieinier(1988), J.A. Psicologia do Trânsito. Conceitos e Processos Básicos. São Paulo, E.P.U,

SAATY, Thomas L. (1988) Mathematical Methods of Operation Research.

SAATY, Thomas L. (1991) Método de Análise Hierárquica. Editora McGraw - Hill, Makron, São Paulo.

SCOTTISH OFFICE (1990). Road Accidents Scotlhand. A Publication of the Governament Statistical Service, 1990.

Revista Veja. A rota do Perigo, agosto, 1987, pp. 114-115.

TALLARICO, Mario C. F. (1990). Reversão de Ordem em Alguns Métodos Multicriteriais de Decisão. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Industrial, Pontífice Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The Institute on of Highways and Transportation. Highway Safety Guidelines: Accident Reduction and Prevention, 2ª edição, 23p, 1990.

TRRL & ODA - Transport and Road Research Laboratory & Overseas Development Administration. Towards Safer Roads in Development Countries. Guide of planers and Engenniers. 1ª Edição, 1991.

TRANSPORTE MODERNO(1988). Segurança: Trânsito não é só caso de polícia nº 296, Setembro, p. 32 - 33.

TRANSPORTE MODERNO(1990). Segurança: A Saída é o Treinamento, nº 319, p.45.

VASCONCELOS, Eduardo A. (1984). A Sinalização de Trânsito e a Qualidade da Via Urbana. Revista do DSV, nº 08, São Paulo, 149.p.