

**VI ANPET**  
**ANAIS**  
**VOLUME II**  
**NOVEMBRO 1992**



**ANPET RIO 92**

PROMOÇÃO:  ANPET

REALIZAÇÃO: COPPE/URJ

**TRANSPORTE, DESENVOLVIMENTO E SOCIEDADE**  
VI ANPET - CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES

Nº USP: 3.12.00.00 - 5

**ANAIS DO VI ANPET  
VOLUME II**

**CONGRESSO DE PESQUISA  
E ENSINO EM TRANSPORTES**

**23 a 27 DE NOVEMBRO DE 1992**

**RIO DE JANEIRO**

**PROMOÇÃO:**

**ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA  
E ENSINO EM TRANSPORTES**

**REALIZAÇÃO:**

**COPPE/UFRJ**

# ÍNDICE

## ASPECTOS TECNOLÓGICOS E ENSINO

Algumas considerações críticas a respeito do ensino de transportes e do perfil do profissional formado .....	13
* <i>Dimas Alberto Gazolla e Ricardo Hiroshi Caldeira Takahashi</i>	
Dinâmicas urbanas e evolução da oferta de transporte coletivo no Brasil .....	28
* <i>Anísio B. F. Dourado</i>	
Novas idéias a respeito de uma velha tecnologia .....	42
* <i>César Cavalcanti de Oliveira</i>	
Sistemas de transporte urbano de média capacidade: uma análise comparativa enfocando as tecnologias VLT e ônibus .....	54
* <i>Luís Antônio Lindau</i>	
Tecnologia nos transportes e trabalho .....	71
* <i>Alice Itani</i>	

## ENGENHARIA E SEGURANÇA DE TRÁFEGO

A utilização de videogames para educação: a experiência do SIMVIV na educação para o trânsito .....	87
* <i>Cássio F. Rossetto</i>	
CONAL - Um modelo para simulação das alternativas viárias de conversão à esquerda .....	96
* <i>Almanir Silveira e Antônio C. P. Ferraz</i>	
Dimensionamento de plataformas de embarque e desembarque de passageiros em terminais metroferroviários considerando o nível de serviço de pedestres .....	107
* <i>Thays Bard Ferreira e Jaime Waisman</i>	
Dimensionamento do tempo de verde para pedestres .....	126
* <i>Walter Porto Júnior</i>	
Harmonia da geometria e segurança de rodovias .....	138
* <i>José B. Felex e Benjamim J. R. dos Santos</i>	
O emprego de sistemas automáticos de limitação da velocidade para redução dos acidentes de trânsito .....	151
* <i>Fernando J. A. Rodrigues, Antônio C. P. Ferraz e Edson M. de Aguiar</i>	
Planos estatisticamente robustos calculados pelo programa TRANSYT .....	159
* <i>Paulo C. M. Ribeiro</i>	
Psicologia e engenharia no trabalho - uma agenda para ação conjunta em pesquisa aplicada .....	171
* <i>Hugo Pietrantonio</i>	
Relações de trabalho entre motoristas de transporte rodoviário de carga e a empresa XPC: fatores condicionantes de acidentes .....	185
* <i>Vera L. Cançado</i>	
SIMTRAF: Um simulador de redes viárias urbanas com transporte coletivo .....	199
* <i>Marcelo Nichi e Jurandir F. R. Fernandes</i>	

## Harmonia da geometria e segurança de rodovias

José Bernardes Felex (\*)

Benjamim Jorge Rodrigues dos Santos (\*\*)

(\*) Escola de Engenharia de São Carlos da USP

(\*\*) Escola Técnica Federal de Goiás

### RESUMO

Harmonia, ou consistência, da geometria de rodovias é o grau de concordância e compatibilidade entre os elementos da geometria da rodovia e as solicitações físicas necessárias aos veículos, ou a habilidade dos motoristas. A consistência é uma variável que pode ser usada analisar indiretamente as relações entre o controle de veículos, as solicitações à habilidade dos motoristas, e, a facilidade de controle dos veículos pelos condutores, um dos principais elementos do conjunto de variáveis que definem o grau de segurança nas estradas.

No presente trabalho discutem-se conceitos sobre a "consistência da geometria das rodovias". Em particular o estudo da compatibilidade entre os elementos da geometria horizontal da via, a circulação de veículos e solicitações aos motoristas.

A finalidade principal do trabalho é sugerir a administradores e técnicos dos transportes que a harmonia entre elementos geométricos da via e a circulação de veículos, do ponto de vista das solicitações a habilidade dos motoristas, é um fator que pode fornecer informações úteis durante o processo de tomada de decisões sobre investimentos e gerência da malha viária.

Mas, dentre outros objetivos desse trabalho destacam-se: a) Disseminar métodos usados para determinação e avaliação da consistência da geometria horizontal das rodovias. b) Divulgar os estudos sobre a consistência no meio técnico-científico nacional; c) Mostrar que os estudos sobre consistência podem ser úteis para auxiliar a localização e classificação relativa (priorização) de secções críticas ou não consistentes, do ponto de vista do seu potencial de ocorrência de acidentes; d) Sugerir a inclusão dos estudos sobre consistência, nos projetos, implantação e obras de recuperação das vias, visando melhorar os padrões de segurança e conforto oferecidos aos usuários; e) Mostrar que o uso dos conceitos que definam e classifiquem a consistência pode contribuir para o aumento da segurança de rodovias brasileiras.

A importância do tema estudado pode ser justificada por: a) O Brasil possui mais de 1,4 milhão de quilômetros de rodovias,

0839815

SYSNO 0839815  
PROD 002776

uma frota maior que 16 milhões de veículos e mais de 20 milhões de motoristas habilitados. Os acidentes nas rodovias estaduais e federais provocaram mais de cinquenta mil mortes por ano; b) Estima-se que o prejuízo material causado pelos acidentes seja maior que 2 bilhões, e, o prejuízo social, que outros dois bilhões de dólares.

Durante as pesquisas preliminares que antecederam esse trabalho, estudaram-se, detalharam-se, adaptaram-se e compararam-se, entre si, métodos propostos para uso nos Estados Unidos através de artigos publicados no Transportation Research Record.

Adotaram-se, a seguir, processos de estimativa da consistência através de estudos sobre a velocidade de percurso em trechos de rodovias, distâncias de aceleração e desaceleração na entrada e saída de curvas, e considerações sobre o grau de solicitação à habilidade dos motoristas durante o tráfego pelos elementos da geometria da via (tangentes, curvas, etc.). Para aplicação, usaram-se dados sobre a geometria de um trecho da rodovia Goioerê-Formosa do Oeste, no estado do Paraná. As velocidades médias máximas nas tangentes foram estimadas através de resultados de levantamentos no campo.

Dentre as conclusões expostas estão: a consistência pode ser uma variável útil para orientação de projetos geométricos das rodovias brasileiras, e contribuir para o aperfeiçoamento da tomada de decisão sobre investimentos em obras para melhoria da segurança e conforto, ou tentativas de diminuição do número de acidentes nas vias, porque identifica argumentos que podem ser usados para fornecer explicações sobre o grau de concordância entre os elementos da geometria da via e solicitação da habilidade dos motoristas ao conduzir.

As informações obtidas podem ser úteis para auxiliar durante a tomada de decisões nos processos de priorização de ações que aumentem a segurança da circulação de veículos nas rodovias: os estudos sobre a consistência da geometria e a harmonia do traçado permitem a identificação de trechos de rodovias onde os motoristas trafegam sob tensão e as falhas humanas, ou solicitações inadequadas aos veículos, podem ocorrer com maior probabilidade, aumentando o risco de acidentes.

(\*) Escola de Engenharia de São Carlos da USP

Av. Dr Carlos Botelho 1465, São Carlos SP

(\*\*) Escola Técnica Federal de Goiás

Rua 75 - 46, Goiania GO

## Harmonia da geometria e segurança de rodovias

José Bernardes Felex(\*)

Benjamim Jorge Rodrigues dos Santos (\*\*)

(\*) Escola de Engenharia de São Carlos da SP

(\*\*) Escola Técnica Federal de Goiás

### 1. INTRODUÇÃO

No presente trabalho discutem-se conceitos sobre a "consistência da geometria das rodovias". Em particular o estudo da compatibilidade entre os elementos da geometria horizontal da via, suas relações com a circulação de veículos e solicitações aos motoristas.

A finalidade principal do trabalho é sugerir a administradores e técnicos dos transportes que a harmonia entre elementos geométricos da via e a circulação de veículos, do ponto de vista das solicitações à habilidade dos motoristas, é um fator que pode fornecer informações úteis durante o processo de tomada de decisões sobre investimentos e gerência da malha viária.

Dentre outros objetivos desse trabalho destacamos: a) Disseminar métodos usados para determinação e avaliação da consistência da geometria horizontal das rodovias. Divulgar os estudos sobre a consistência no meio técnico-científico nacional; b) Mostrar que os estudos sobre consistência podem ser úteis para auxiliar a localização e classificação relativa (priorização) de trechos críticas ou não consistentes, do ponto de vista do seu potencial de ocorrência de acidentes; c) Sugerir a inclusão dos estudos sobre consistência, nos projetos, implantação e obras de recuperação das vias, visando melhorar os padrões de segurança e conforto oferecidos aos usuários; d) Mostrar que o uso dos conceitos que definam e classifiquem a consistência pode contribuir para o aumento da segurança de rodovias brasileiras.

Durante o andamento desse trabalho, estudamos, detalhamos, adaptamos e comparamos entre si métodos propostos para uso nos Estados Unidos através de artigos publicados no Transportation Research Record (GLENNON & HARWOOD, 1978; MESSER, 1980; POLUS & DAGAN, 1987; LAMM et alii, 1986; LAMM & CHOUEIRI, 1987; LAMM et alii, 1988). Adotaremos, para estudos as propostas de LEISCH &

LEISCH (1977) e a análise da operação da Rodovia Goioerê - Formosa do Oeste, no estado do Paraná.

Dentre as conclusões expostas estão: a consistência pode ser uma variável útil para orientação de projetos geométricos das rodovias brasileiras, e contribuir para o aperfeiçoamento da tomada de decisão sobre investimentos em obras para melhoria da segurança e conforto, ou tentativas de diminuição do número de acidentes nas vias, porque identifica argumentos que podem ser usados para fornecer explicações sobre o grau de concordância entre os elementos da geometria da via e solicitação da habilidade dos motoristas ao conduzir. Os resultados relatados nesse trabalho limitam-se a conclusões de estudos sobre características da consistência da geometria horizontal.

Resumem-se também resultados de análise de processos para estimativa da "consistência" - uma tentativa de contribuir para a evolução e desenvolvimento de métodos de tomada de decisão durante a execução do projeto geométrico e estudos sobre segurança de vias.

A importância do tema estudado pode ser justificada por: a) O Brasil possui mais de 1,4 milhão de quilômetros de rodovias. Estima-se que, em 1991, o Brasil possuiu uma frota de 16 milhões de veículos rodoviários, e 20 milhões de motoristas habilitados. Os acidentes nas rodovias estaduais e federais provocaram mais de cinquenta mil mortes por ano, e são a terceira "causa mortis" no país. O número de feridos em acidentes nas rodovias superou os trezentos e cinquenta mil; b) Estima-se também que o prejuízo material causado pelos acidentes de trânsito excedeu os 2 bilhões de dólares; o prejuízo social, superou os mesmos 2 bilhões de dólares; c) o número de acidentes ultrapassou ao "milhão no ano".

## 2. CONTROLE DE VEÍCULOS E HABILIDADE DE MOTORISTAS

O controle de veículos nas rodovias solicita a habilidade dos motoristas, e, a facilidade de controle dos veículos pelos condutores é um dos principais elementos do conjunto de variáveis que definem o grau de segurança nas estradas.

A segurança no tráfego, é (GLENNON & HARWOOD, 1978; MESSER, 1980; POLUS & DAGAN, 1987; LAMM et alii, 1986; LAMM & CHOUËIRI, 1987; LAMM et alii, 1988) diretamente relacionada com as características técnicas da geometria da rodovia e com as solicitações ao veículo e, por consequência, à habilidade dos motoristas. O condutor, não deverá ser solicitado por variações bruscas na geometria da rodovia porque isso provoca solicitações físicas ao veículo (controle de direção, acelerações centrípetas, etc) que exigem a habilidade do motorista para controle do veículo.

Também, a solicitação do veículo de maneira exageradamente constante e repetitiva provoca redução na capacidade de reação dos motoristas. Para maximização da segurança deve existir equilíbrio entre as solicitações ao veículo, e, por consequência, ao motorista, facilitando a movimentação pela via sem manobras bruscas, e de forma segura e confortável.

O National Safety Council (NSC, 1976), relatando resultados de pesquisas sobre fatores que provocam acidentes, realizadas entre 1970 e 1974 dizem que as características do movimento que influenciam os acidentes são: o meio ambiente, a geometria da via, as condições do veículo, e fatores humanos que dependem principalmente dos motoristas. Também, se concluiu que a via direta contribuía para a ocorrência de 32% dos acidentes.

A Universidade de Indiana (TREAT et alii, 1977), afirma que as características da via podem ser responsáveis por até 34,5% dos acidentes. Os dados analisados (TREAT et alii, 1977) foram coletados nos Estados Unidos, de 1970 a 1976.

LAMM et alii (1986), salientam que os Estados Unidos investem anualmente cerca de US\$ 2 bilhões no remanejamento do projeto geométrico de rodovias, com o objetivo de melhorar suas características técnicas, mas que apesar disso as normas americanas não consideram explicitamente a consistência.

A FHWA, de acordo com LAMM & CHOUERI (1987), para obter dados para orientação de projetos e correções geométricas visando a melhoria da segurança de vias, selecionou 43 sugestões originadas em resultados de 18 pesquisas preliminares. Dentre os oito assuntos classificados como muito importantes encontrava-se o "desenvolvimento de normas e procedimentos para promover a consistência nos projetos geométricos das rodovias".

HIERSCHE (1984), relatando resultados de estudos sobre a segurança de 56 trechos de rodovias na Alemanha, sugere a melhoria da geometria das rodovias para aumentar a segurança no tráfego e diminuir os índices de acidentes. Esse autor verificou que após a correção da geometria dos trechos, por ele estudados visando eliminar os pontos da geometria horizontal onde ocorriam manobras bruscas na condução de veículos, o índice de acidentes diminuiu, tornando-se quase três vezes menor que antes.

ROZESTRATEN, 1988, comenta que 57% do total dos acidentes podem ser atribuídos a falhas humanas. Os outros 43% poderiam ter sido evitados se os problemas dos veículos e da via tivessem sido corrigidos, formando um ambiente que facilitasse a operação do transporte.

A alta porcentagem de falhas humanas durante os acidentes não permite inferir que esses desvios do comportamento dos motoristas não poderiam ser diminuídos por melhorias nas vias. Por exemplo: melhorar a sinalização ou a geometria.

### 3. AS PROPOSTAS DE LEISCH & LEISCH

A palavra "consistência" pode significar: qualidade ou estado de consistente; concordância entre os resultados de várias medições de uma mesma quantidade; perseverança, firmeza, constância; compatibilidade; propriedade de um conjunto de resultados de experiências que satisfazem, dentro dos limites dos erros experimentais, as leis pertinentes aos fenômenos a que se referem. Definiremos "consistência da geometria da via" de acordo com nossa interpretação do termo em inglês "design consistency" definido por GLENNON & HARWOOD (1978): é o grau de concordância e compatibilidade entre os elementos da geometria da rodovia e as solicitações físicas necessárias aos veículos, ou à habilidade dos motoristas.

Analisando dados do U.S. Department of Transportation (USDT, 1972) e observando o tráfego diurno de rodovias de tráfego leve nos Estados Unidos, numa tentativa de análise do grau de harmonia entre a geometria, a operação dos veículos e as velocidades de percurso, LEISCH & LEISCH (1977), concluíram que o uso da velocidade de projeto, como único controle, para decisões sobre as características horizontais das rodovias, pode fazer com que a geometria da rodovia seja incompatível com a circulação dos veículos e solicitações aos motoristas. Apesar disso, a velocidade de projeto tem sido usada há várias décadas como a principal condicionante da geometria e dos alinhamentos horizontais.

Mesmo se o alinhamento possuir trechos sinuosos intercalados com trechos mais suaves e existirem controles de velocidade (sinalização, etc.), quando as velocidades de projeto adotadas forem menores que as velocidades de percurso desejadas pelos motoristas, ou pela maioria deles, a geometria da via for adequada à circulação de veículos, a harmonia da geometria com a velocidade de percurso pode induzir o condutor a desenvolver velocidades operacionais superiores às de projeto em todos os trechos da via.

A análise das observações de LEISCH & LEISCH, 1977, indica que:

- Para uma dada velocidade de projeto, as velocidades médias de percurso esperadas para os automóveis, variam no intervalo de mais ou menos 16 km/h em torno da velocidade escolhida durante o projeto;
- A subestimação da velocidade de projeto (em relação a velocidade desejada pelos motoristas) de um valor maior que 16 km/h provoca solicitação demasiada aos condutores e nessa geometria as ações sobre o controle de velocidade não são eficientes;
- A velocidade dos caminhões deve ser no máximo 16 km/h abaixo da velocidade média de percurso dos automóveis.

LEISCH & LEISCH (1977) sugerem que a harmonia da geometria de rodovias, ou trechos homogêneas de uma via podem ser caracterizadas a partir do estudo das "velocidades médias máximas de percurso". Isso porque a velocidade média pode representar o conjunto de velocidades de percurso desejado pelos motoristas durante suas viagens.

As velocidades médias máximas podem, para rodovias dos Estados Unidos, trechos em tangente, sem restrições geométricas laterais, em terreno ondulado, ser estimadas (USDT, 1972) conforme exposto na tabela 1.

Tabela 1 - Velocidades Médias Máximas de Percurso (km/h)

Tipo de rodovia	Satisfatória	Razoável
Interestadual	100	95
Principal	95	90
Intermediária	90	80
Secundária	80	70

Também LEISCH & LEISCH (1977) publicam nomogramas que permitem a estimativa das velocidades médias dos automóveis depois de sua acomodação às condições de entrada e saída das curvas, e AASHO (1965 e 1973), AASHTO (1984), as distâncias de aceleração e desaceleração necessárias para acomodação das velocidades dos veículos à segurança do tráfego e às solicitações nas saídas, ou entradas de curvas.

Isto posto, LEISCH & LEISCH (1977) sugeriram o uso das velocidades de percurso pela via para obter informações que facilitem o entendimento das relações entre as velocidades e os alinhamentos horizontal e vertical: a) Estimar a velocidade média máxima de percurso para cada elemento da geometria da via; b) Com os valores das velocidades obtidos, estimar as distâncias de aceleração e desaceleração entre os elementos consecutivos da via; c) Analisar os dados obtidos para cada par de elementos da geometria horizontal consecutivos e verificar se a diferença de velocidades de percurso durante a circulação pelos elementos consecutivos é maior que 16 km/h, ou, se na entrada ou saída de cada componente da geometria o espaço é menor que as distâncias de aceleração, ou desaceleração.

Quando, na transição entre dois componentes da via, um dos itens analisados conforme o item c, anterior, for verdadeiro, dir-se-á que: "ocorre um problema na consistência da geometria", ou seja, o motorista é solicitado a conduzir o veículo de forma incompatível com a segurança.

## 4. APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE LEISCH &amp; LEISCH

Para aplicação, adotaremos a rodovia Goioerê-Formosa do Oeste, no Estado do Paraná é uma rodovia em operação. A tabela 2, resume a descrição dos trechos em estudo.

Tabela 2 - Descrição da rodovia Goioerê - Formosa do Oeste

TRECHO	RAIO (m)	EXTENSÃO (m)	Descrição
AB	-	55,50	Tangente
BC	variável	70,00	Transição
CD	114,63	30,92	Curva
DE	variável	70,00	Transição
EF	-	129,80	Tangente
FG	505,58	431,76	Curva
GH	-	166,69	Tangente
HI	505,58	548,80	Curva
IJ	-	938,02	Tangente
JK	505,58	496,48	Curva
KL	-	439,21	Tangente
LM	505,58	169,41	Curva
MN	-	371,16	Tangente
NO	701,60	51,00	Curva
OP	-	1.448,08	Tangente
PQ	variável	80,00	Transição
QR	156,30	173,58	Curva
RS	variável	80,00	Transição
ST	-	254,42	Tangente

Tabela 3 - Velocidades médias máximas nas curvas

CURVA	Velocidade (km/h)	CURVA	Velocidade (km/h)
CD	53	LM	92
FG	92	NO	92
HI	92	QR	60
JK	92		

Tabela 4 - Velocidade na estrada Goioerê- Formosa do Oeste e o critério dos 16 km/h de LEISCH &amp; LEISCH (1977)

TRECHO	Velocidade (km/h)	Diferença ao elemento seguinte	Conclusões
AB	100	- 47	Não satisfaz
CD	53	+ 47	Não satisfaz
EF	100	- 8	Satisfaz
FG	92	+ 8	Satisfaz
GH	100	- 8	Satisfaz
HI	92	+ 8	Satisfaz
IJ	100	- 8	Satisfaz
JK	92	+ 8	Satisfaz
KL	100	- 8	Satisfaz
LM	92	+ 8	Satisfaz
MN	100	- 8	Satisfaz
NO	92	+ 8	Satisfaz
OP	100	- 40	Não satisfaz
QR	60	+ 40	Não satisfaz
ST	100	-	

Tabela 5- Operação de veículos na via Goioerê- Formosa do Oeste

TRECHO	AÇÃO	DISTÂNCIA(m)	OBSERVAÇÕES
Antes do ponto C	Desacelerar: 100 a 53 km/h	180	Entrada do trecho
Saída da curva CD	Acelerar de 53 a 92 km/h	700	A velocidade máxima é 88 km/h, no fim da curva FG
Curva FG	Acelerar a 92 km/h		Não se atinge a velocidade desejada
Tangente GH	Acelerar de 88 a 100 km/h	700	A tangente tem 166 m, a velocidade máxima: 92 km/h
Curva HI	Manter 92 km/h		Operação confortável
Tangente IJ	Acelerar: 92 a 100 km/h	450	Possível, o comprimento da tangente é 938 m
Entrada curva JK	Desacelerar: 100 a 92 km/h	40	Possível, há 488 m disponíveis na tangente IJ
Tangente KL	Acelerar de 92 a 100 km/h	400	Possível porque a tangente KL tem 439 m
Entrada, curva LM	Desacelerar: 100 a 92 km/h	40	Possível no limite
Tangente MN	Acelerar de 92 a 100 km/h	450	A tangente tem 371m, velocidade máxima: 98 km/h
Entrada: curva NO	Desacelerar: 98 a 92 km/h	32	Possível no limite
Saída da curva NO	Acelerar de 92 a 100 km/h	450	Possível porque a tangente OQ tem 1448 m
Entrada curva QR	Desacelerar: 100 a 60 km/h	140	Possível porque restam 998 m da tangente OQ
Saída da curva QR	Acelerar de 60 a 100 km/h	550	Não é possível porque a tangente ST tem 254m

As velocidades médias máximas nas tangentes foram estimadas através de levantamentos no campo durante os meses de janeiro e fevereiro de 1992. A velocidade média dos automóveis nos trechos em tangente foi 103.2 km/h. Adotaremos, conforme as sugestões de LEISCH & LEISCH, 1977, a velocidade de 100 km/h.

As velocidades médias máximas estimadas estão resumidas na tabela 3.

A tabela 4 resume os resultados de análise do primeiro dos critérios fixados por LEISCH & LEISCH, 1977: "de um elemento geométrico da via a outro, a velocidade de percurso não deve variar mais que 16 km/h". Em resumo, os dados da tabela 4 nos conduzem a concluir que as curvas CD e QR possuem restrições quanto a consistência da geometria da via. Nas entradas e saídas dessas curvas, a habilidade dos motoristas é muito solicitada.

Com os critérios da AASHO (1965 e 1973), estimamos as distâncias de aceleração e desaceleração de veículos no trecho estudado. A tabela 5 resume as informações obtidas e respectivas conclusões associadas às ações dos motoristas sobre os veículos .

Analisando as condições de operação dos veículos na via (tabela 5) podemos concluir que: a) todo o trecho entre a curva CD e o início da curva HI impõe restrições à condução dos veículos e solicita muito da habilidade dos motoristas; b) a operação de veículos entre a tangente KL e a curva NO é ligeiramente tensa; c) reconfirma-se as dificuldades de operação de veículos na entrada da curva QR.

## 5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A aplicação das propostas de LEISCH & LEISCH (1977) a um trecho da rodovia Goioerê - Formosa do Oeste nos permite concluir que:

- 5.1. A classificação de trechos de rodovias em função da sua consistência permite a obtenção de informações que explicam as solicitações à habilidade dos motoristas na ação de conduzir o veículo pela via;
- 5.2. As informações obtidas podem ser úteis para priorizar ações que aumentem a segurança da circulação de veículos nas rodovias - os estudos sobre a consistência da geometria e a harmonia do traçado permitem a identificação de trechos onde os motoristas trafegam sob tensão e as falhas humanas, ou solicitações inadequadas aos veículos, podem ocorrer com maior probabilidade;
- 5.3. Considerando que os dados sobre consistência podem ser armazenados e formar um conjunto prévio de informações ao projetista da geometria das rodovias, a consistência pode ser uma variável útil para fornecer informações aos processos de decisão durante investimentos em obras para melhoria da segurança de vias - identifica argumentos que podem ser usados para fornecer explicações sobre o grau de

harmonia entre a geometria da via e as solicitações à habilidade dos motoristas.

A aplicação que fizemos dos conceitos sobre consistência da geometria adotou apenas um dos possíveis processos de análise da consistência da geometria das rodovias. Desconhecemos pesquisas sobre o assunto no Brasil - recentemente (agosto, 1992) entrevistamos mais de quarenta projetistas da geometria de rodovias, e o resultado indicou que apenas três deles possuíam alguma informação sobre esse importante campo de pesquisa e de aplicação da engenharia à segurança de rodovias.

Esperamos ter cumprido a etapa de mostrar a utilidade dos estudos sobre a harmonia do traçado das vias e sugerir aos administradores e técnicos dos transportes que a consistência da geometria da rodovia, do ponto de vista de solicitação da habilidade dos motoristas, é um fator que pode fornecer informações úteis ao processo de decisão sobre investimentos e gerência da malha rodoviária.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHO. A Policy on The Geometric Design Of Rural Highways. Washington, 1965.
- AASHO. A Policy on The Geometric Design Of Urban Streets and Highways. Washington, 1973.
- AASHTO. A Policy on Geometric Design of Highway and Streets. Washington, 1984.
- GLENNON, J. C. & HARWOOD, D. W. Highway Design Consistency and Systematic Design Related to Highway Safety. TRR, Transportation Research Board, 681, 77-86, Washington, 1978.
- HIERSCHE, E. U. Correlation Between Road Design and Traffic Safety - Results of New Investigations. in: 10<sup>th</sup> IRF World Meeting, Rio de Janeiro, 1984.
- LAMM et alii. Comparison of Different Procedures for Evaluating Speed Consistency. TRR, TRB, 1100, 10-20, Washington, 1986.
- LAMM, R. & CHOUERI, E. M. Recommendations for Evaluating Horizontal Design Consistency Based on Investigations in the State of New York. TRR, TRB, 1122, 68-78, Washington, 1987.

- LAMM, R. et alii. **Possible Design Procedure to Promote Design Consistency in Highway Geometric Design on Two - Lane Rural Roads.** TRR, TRB, 1195, 111-122. Washington, 1988.
- LEISCH, E. L. & LEISCH J. P. **New Concepts in Design - Speed Application.** TRR, TRB, 631, 4-14, Washington, 1977.
- MESSER, C. J. **Methodology for Evaluating Geometric Design Consistency.** TRR, TRB, 757, 7-14, Washington, 1980.
- NSC - NATIONAL SAFETY COUNCIL. **Accidents facts.** Chicago, 1976.
- POLUS A. & DAGAN D. **Models for Evaluating the Consistency of Highway Alignment.** TRR, TRB, 1122, 47-56, Washington, 1987.
- ROZESTRATEN, R.J. A. **Psicologia do Trânsito : Conceitos e Processos Básicos.** São Paulo, EDUSP, 1988.
- TREAT et alii. **Tri-level study of the causes of traffic accidents.** Report DOT-HS-034030535-77 (TAC). Indiana University. 1977.
- USDT. **Highway statistics.** Washington, 1972.