

Capítulo 4

Metodologias de Análise de Acidentes de Trânsito

Em relação à ocorrência de acidentes, diversos autores se dedicam ao estudo de variáveis que segundo eles se tornam mais relevantes que outras na participação em acidentes rodoviários. Esta “preferência” por determinadas variáveis no estudo de acidentes de trânsito ocorre quase que naturalmente conforme a linha de investigação e de atuação profissional de cada autor.

O principal foco deste capítulo de revisão bibliográfica é a identificação das principais variáveis que influenciam a ocorrência de acidentes e a metodologia de investigação e análise adotada nas pesquisas mais recentes. Para tanto, foi feita ampla pesquisa em órgãos nacionais e internacionais que se dedicam à investigação e melhoria da segurança rodoviária. As principais fontes de consulta foram os órgãos e instituições de pesquisa de países da União Européia e EUA, assim como os órgãos de fomento de pesquisas nacionais.

Em sua grande maioria, as pesquisas na área de segurança rodoviária focaliza em primeiro plano variáveis diretamente relacionadas às causas dos acidentes – em geral variáveis que levam em conta características do ser humano e da infraestrutura rodoviária (principalmente desenho geométrico da via), principais fatores contribuintes dos acidentes.

Em relação ao ser humano, a bibliografia é extremamente rica se desdobrando em diversas áreas como:

- **Gênero e Idade** – *incidência por sexo e por faixa etária* (Bahman et al, 2004; Murray, 2003; Eby e Molnar, 1998; Millar e Last, 1998; Baker et al, 1992; Zlatopler, 1991);
- **Experiência ao Volante;**

- **Intoxicação** – *incidência por consumo de substância como álcool ou drogas* (Keall et al, 2004; Kmet et al, 2003; Zlatopler, 1991; Asch e Levy, 1987; Loeb, 1985 e 1987; Sommers, 1985; Crandall, 1983; Peltzman, 1975).
- **Comportamento** – *características na direção como agressividade e comportamento de risco* (Shinar e Compton, 2004); *Educação no Trânsito no cumprimento da legislação de trânsito vigente* (Kmet et al, 2003); e uso do Cinto e Capacete (Zlatopler, 1991).

Com relação à contribuição do desenho geométrico na incidência de acidentes também ampla bibliografia se dedica ao tema, em diversas áreas como:

- **Características Físicas e Técnicas das vias:** *Interseções Urbanas* (Noland e Oh, 2004; Greibe, 2003), *Largura – Projeto Viário* (Noland, 2003; Piovani, 1984);
- **Características Operacionais de Fluxo:** *Sinalização existente*;
- **Características Urbanísticas das Vias:** *Uso e Ocupação do Solo ao Longo da via* (Greibe, 2003); *Classificação Hierárquica das vias* (Noland, 2003).

4.1 - Breve Resumo da Literatura em Segurança:

Inúmeros estudos têm demonstrado diferença nas taxas de mortalidade em acidentes de carro em relação ao sexo (Millar e Last, 1988; Baker et al, 1992). Baker relaciona variáveis como sexo, idade, hábitos de direção, uso do cinto de segurança e também características físicas das estradas à ocorrência de acidentes.

Em relação ao gênero, meio ambiente e exposição, podemos citar os estudos de Kmet et al (2003) para a cidade de Alberta no Canadá onde a média anual da taxa de vítimas em acidentes de carro no período entre 1995 e 1997 foi de 12,2 para 100.000 habitantes, sendo as taxas masculinas significativamente maiores que as femininas (superiores ao dobro da taxa feminina). Outro dado interessante é que para ambos os sexos as taxas de mortalidade mais altas observadas foram no grupo de idade entre 15 e 24 anos e os idosos acima de 70 anos.

Kmet et al (2003) cita estudos que associam o aumento da taxa de vítimas em acidentes ao ambiente rural. Em Alberta as altas taxas de acidentes fatais observadas em áreas

rurais podem refletir grandes distâncias viajadas pelos indivíduos, proporcionando maior exposição ao risco de acidentes. Uma pesquisa realizada em 1993 com motoristas em Ontário (Chipman et al, 1993) sugeriu que motoristas rurais comparados com motoristas urbanos despendem mais tempo nas estradas (55 e 47 minutos por dia, respectivamente) e dirigem distâncias mais longas (44 e 31 km por dia, respectivamente).

Entretanto, resultados registrados por Zlatopler (1991) indicam que a razão de milhas viajadas em áreas urbanas sobre áreas rurais está inversamente relacionada com taxas de mortes em acidentes de trânsito. Quanto mais milhas viajadas menos mortes, quanto menos milhas viajadas, mais mortes. Segundo esse autor, a densidade de direção (medida entre a razão do total das milhas viajadas pelo total de milhas rodoviárias) tem um impacto complicado sobre as taxas de mortes em rodovias. *“Todas as coisas parecem iguais, grandes densidades poderiam aumentar a probabilidade de acidentes e, por conseguinte mortes. Entretanto, um aumento de densidade pode conduzir a uma redução nas mortes pelo desencorajamento de certos tipos de comportamento de risco na direção (por exemplo: dirigir em altas velocidades)”*. Conclui que quanto maior a densidade de direção menor o número de mortes, quanto menor a densidade de direção, maior o encorajamento a comportamentos de risco na direção e maior o número de mortes. Afirma que os efeitos esperados da densidade de direção sobre as taxas de mortes em acidentes de trânsito são desconhecidos a priori.

Podem-se incluir também os hábitos de direção (álcool e segurança preventiva) e as condições das estradas como fatores que fazem diferença entre as áreas urbanas e rurais em termos de acidentes. Estudos realizados em duas pequenas áreas no Canadá utilizaram o preço da gasolina regional como um fator para a exposição ao tráfego e descobriram que a exposição é explicada pela maioria das variações sistemáticas (60-75%) nas taxas de vítimas em acidentes de carro (Fridstrom e Ingebrigtsen, 1991, Fridstrom et al, 1995).

Kmet et al (2003) apontam que nos estudos de Grossman et al em 1997, as vítimas de acidentes em áreas rurais (comparadas com aquelas em áreas urbanas) enfrentam longos tempos de espera, tecnologia nos primeiros socorros nada avançada, e longos tempos de transporte até o hospital. Também cita que o acesso tardio aos cuidados de

emergência e os cuidados de trauma inadequados podem piorar os resultados entre sobreviventes de acidentes.

Na Holanda, um dos países com o mais baixo nível de mortalidade no trânsito, grandes diferenças regionais no índice de mortalidade foram observadas (Beeck et al, 1991) . Análises foram feitas quanto às diferenças regionais em termos de:

- ✓ Mobilidade do tráfego - quilômetros viajados/pessoas e idade;
- ✓ Taxa de feridos – pessoas feridas/quilômetros viajados;
- ✓ Número de mortes – mortes no tráfego/pessoas feridas.

Foram estudadas as possíveis determinantes dessas diferenças regionais na mortalidade em acidentes de tráfego como os **fatores sociodemográficos** e os fatores mais relacionados às mortes no trânsito como **infraestrutura rodoviária** e **cuidados médicos**. Entretanto as diferenças de mortalidade em acidente de trânsito por região, na Holanda, podem ter sua explicação limitada se forem consideradas apenas as diferenças regionais de mobilidade de tráfego.

Dos **fatores sociodemográficos** que foram utilizados nas análises, **a renda per capita** é o prognóstico mais forte nas diferenças em mortalidade regional. O mais alto nível de renda está associado ao mais baixo nível de mortalidade. Dos fatores mais diretamente relacionados às mortes no trânsito, a **densidade de tráfego** e a **disponibilidade de cuidados avançados a situações de trauma** (neurocirurgia e tomografia computadorizada) nas regiões, são os mais importantes prognósticos de diferenças nas mortalidades regionais. Quanto maior a disponibilidade de cuidados avançados à situações de trauma, menor o número de mortes.

Outra pesquisa que aborda variáveis sócio-econômicas para explicar o aumento no número de acidentes foi desenvolvida por Zlatopler nos EUA (1991). Nesta pesquisa foi utilizado o método de regressão “mínimos quadrados” para estimar um modelo de mortes em acidentes de trânsito. A pesquisa sugere que **quantidade de horas ao volante, velocidade de direção, variância da velocidade de direção, intoxicação por álcool enquanto dirige, temperatura, variável “dummy” que caracteriza os estados ocidentais, densidade de direção, motoristas jovens, leis primárias de uso do cinto**

de segurança são variáveis que estão diretamente relacionadas às estas taxas de mortalidade em acidentes de trânsito.

Renda, a razão entre motoristas urbanos e rurais, gastos de polícia e segurança em rodovias, leis de inspeção de veículos, e leis de uso do cinto de segurança para adultos estão inversamente relacionadas à essas taxas.

A forma geral do modelo para taxas de mortos em acidentes de carro estimada nessa pesquisa é:

Taxa de mortes em acidentes de carro = f (renda do consumidor, quantidade de horas ao volante, velocidade de direção, variância da velocidade de direção, mix da direção urbana e rural, densidade de direção, intoxicação por álcool enquanto dirigia, motoristas jovens, temperatura, gastos em polícia e segurança em rodovias, leis de inspeção em veículos, variável “dummy” que caracteriza os estados ocidentais, leis primárias de uso do cinto de segurança, leis secundárias de uso do cinto de segurança, fatores casuais).

Zlatopler (1991) aponta estudos de Peltzman em 1975, nos quais o aumento na **renda real** poderia aumentar a demanda por consumo de atividades e segurança que ele chama “intensidade de direção”, e com isso ter uma maior contribuição no aumento do número de acidentes. A renda tem um efeito ambíguo sobre as taxas de mortes, pois segundo outros autores também citados por Zlatopler, as mortes estão inversamente relacionadas à renda.

Resultados em muitos estudos representativos (por exemplo Peltzman (1975), Crandall (1983), Loeb (1987), e Zlatoper (1987) são consistentes em relação aos impactos do **volume e da velocidade** no aumento do número de acidentes, pois a quantidade de horas ao volante é esperado causar altas taxas de mortes em acidentes de trânsito devido ao aumento da exposição a situações de risco. Isto acarretaria maior probabilidade de acidentes e por conseguinte de mortes.

É esperado que o nível de intoxicação alcoólica entre os motoristas tenha um efeito direto sobre as taxas de fatalidades nas estradas. Quanto às variáveis relacionadas à **intoxicação**, destaca-se a pesquisa de Keall et al (2004) na qual são combinados dados de medição de respiração com álcool e outros dados coletados aleatoriamente em beira

de estrada sobre acidentes fatais que ocorrem com motoristas, nos mesmos dias de semana e hora (sextas e sábados à noite), em locais próximos do centro. Um modelo de logística foi adequado para analisar estes dados para os anos de 1995 e 2000 para estimar o efeito do álcool, a idade dos motoristas e a influência de passageiros transportados sobre o risco de acidentes fatais na Nova Zelândia. O risco estimado aumentou de acordo com a concentração de álcool no sangue (BAC) acompanhando uma curva exponencial, a partir do nível de 200mg/dl (0,2%). O modelo calibrado para dados de motoristas com níveis abaixo de 200mg/dl mostrou que o risco de acidentes é alto para motoristas com idade acima de 30 anos. Além disso, já considerados a idade e os níveis de concentração de álcool no sangue, o risco de acidentes fatais à noite é 50% menor para motoristas acompanhados de apenas um passageiro quando comparado com aqueles que viajam sozinhos ou com dois passageiros. Keall et al (2004) citam que numa recente pesquisa de viagens, os tipos de passageiros transportados à noite e nos dias de semana estudados apresentaram diferenças significativas se comparados com os tipos de passageiros transportados nos outros dias de semana e em outros horários, os quais podem conduzir a diferentes efeitos sobre o comportamento dos motoristas.

Vários estudos citados por Zlatopler (1991), apontam evidências consistentes quanto à relação entre bebida e as taxas de fatalidades nas estradas. Resultados das pesquisas dos autores citados por Zlatopler (1991) sugerem que motoristas jovens correm mais risco do que motoristas mais velhos. Principalmente o percentual de habitantes entre 18 e 24 anos está diretamente relacionada com taxas de mortes em acidentes de trânsito.

Com relação às variáveis relacionadas à **idade**, podem-se citar os estudos de Murray (2003) nos quais são comparadas as taxas de habilitação para motoristas e taxas de acidentes de carro para pessoas nascidas na Suécia em 1972 e 1977 respectivamente. Os dados da pesquisa abrangem todos os acidentes com feridos envolvendo motoristas jovens entre 16 e 21 anos de idade. Os períodos estudados foram 1988 - 1993 e 1993 - 1998. Nos respectivos períodos, foi registrado um total de 2082 e 1453 acidentes de carro com feridos. Os resultados mostram a mais baixa taxa de habilitação para motoristas e a mais baixa taxa de acidentes para a última faixa de idade. Também a taxa de acidentes fatais e acidentes que conduzem a sérios prejuízos foram as mais baixas. A redução dos acidentes foi maior na primeira faixa de idade estudada, isto é na faixa etária e nos grupos sócio-econômicos que tinham a mais alta taxa de fatalidades e acidentes com sérios

prejuízos. Outros fatores podem explicar o declínio tanto das taxas de habilitação para motoristas quanto das taxas de acidentes de carro, como a recessão econômica e o baixo interesse entre os jovens de tirar a carteira de motorista.

Com relação a variáveis que dizem respeito ao **desenvolvimento econômico** dos países estudados podemos citar os estudos de Claire (1988) e de Beeck et al (2000). Segundo Claire (1988) o risco de se envolver em um acidente em países em desenvolvimento pode ser mais baixo do que em países desenvolvidos. Dados de Papua Nova Guiné, uma pequena nação em desenvolvimento no Sul do Pacífico, foram estudados numa tentativa de determinar se fatores relacionados ao crescimento da população e da frota de veículos afetam a segurança rodoviária de países em desenvolvimento. Um método para normatizar taxas de acidentes entre países foi desenvolvido e usado para comparar a situação de acidentes no país estudado (Papua Nova Guiné) com o país base (Estados Unidos) por se tratar de realidades diferentes. Foi demonstrado que o uso de **taxas de mortes** em acidentes de trânsito agregados aos **fatores que relatam a gravidade** do acidente são os que contribuem para a ocorrência de acidentes.

Já nas pesquisas realizadas por Beeck et al (2000), numa perspectiva a longo prazo, a relação entre desenvolvimento e mortalidade em acidentes de trânsito caracteriza-se por ser não linear. Inicialmente, nos anos estudados (1962-1990) o desenvolvimento econômico parecia contribuir favoravelmente para o crescimento do número de mortes em acidentes de trânsito. Entretanto, no período final da pesquisa, observou-se que o desenvolvimento econômico aparecia como um fator de redução dos acidentes. O crescimento econômico não está apenas associado ao aumento do número de veículos, mas também estimula o investimento em melhorias na infraestrutura de tráfego e nos cuidados de atendimento aos feridos.

Para Zlatopler (1991), altas temperaturas podem adversamente afetar o conforto e, por conseguinte, o desempenho dos motoristas. Portanto, **temperatura** é uma variável que espera-se estar diretamente relacionada com taxas de mortalidade em acidentes de trânsito segundo este autor.

Desenho Geométrico

Recente pesquisa de Noland e Oh (2004) analisa dados do Sistema de Informação de Segurança de Rodovias para o Estado de Illinois e explicitamente contesta se novos projetos geométricos e melhorias nas rodovias tenham de fato produzido redução de fatalidades nos Estados Unidos. Em vez disso, Noland verifica que o aumento do uso do cinto de segurança, mudanças geográficas e o progresso nos cuidados médicos parecem estar mais associados com a redução de fatalidades do que várias melhorias na rede rodoviária. Portanto, os resultados divergem das concepções já pré-estabelecidas pela literatura em segurança de tráfego de que as melhorias na rede viária estão diretamente relacionadas com a redução dos acidentes. Ele examina especificamente as seguintes variáveis: **largura da via, classificação hierárquica das vias, número de vias e total da extensão viária das mesmas**. Ele identifica as características físicas das vias, isto é, as variáveis físicas mais representativas e utiliza para a análise dos dados os modelos de regressão linear. Algumas conclusões importantes demonstram que um aumento no número de faixas e na largura da via aparentemente podem estar associados com um aumento no número de acidentes e, conseqüentemente, de fatalidades. A inclusão dos resultados demográficos não muda esses resultados significativamente.

Outro estudo que focaliza as características físicas das vias foi desenvolvido por Garder (2004) para o Estado de Maine – EUA e tem como objetivo analisar acidentes com pedestres com ênfase em como as velocidades veiculares atualmente permitidas e as características físicas das vias influenciam o número de acidentes. Foram coletadas informações como **volume de pedestres** e de **veículos** de 122 locais de diferentes características na cidade de Maine; além disso foram comparados os números de acidentes previstos com aqueles registrados. Os modelos de previsão utilizados são da Suécia e do Reino Unido e algumas conclusões demonstram que **altas velocidades** e **rodovias muito amplas** conduzem a mais acidentes e que o foco das melhorias em segurança deveria estar em vias arteriais e coletoras importantes. Uma forte relação foi encontrada entre a gravidade dos acidentes e a velocidade.

Uma pesquisa bastante detalhada em relação aos aspectos físicos das vias foi desenvolvida na Dinamarca por Greibe (2003). O principal objetivo foi formular modelos práticos de previsão de acidentes os quais poderiam descrever a expectativa do número de acidentes em **interseções** e em **ligações viárias urbanas** com a máxima precisão

possível. A contribuição importante desta pesquisa foi o uso de modelos que identificassem fatores que afetam a segurança, por exemplo, geometria, uso do solo, dentre outros, ao contrário dos modelos usados para áreas rurais, os quais se concentram no fluxo do tráfego.

Para analisar ligações viárias, foram adotadas as seguintes variáveis: **fluxo de tráfego** (veículos motorizados, veículos pesados e usuários vulneráveis das vias), **comprimento da seção viária, limite de velocidade, uma ou duas mãos de tráfego, número de faixas, largura das vias, medidas de redução de velocidade, número de cruzamentos com menor importância, facilidades para ciclistas, calçada, canteiros centrais, estacionamento, pontos de ônibus, e uso do solo.**

Foram selecionados vários tipos de interseções urbanas com diferentes características, por exemplo interseções com 3 ou 4 aproximações semaforizadas ou não. As variáveis adotadas para analisar as interseções viárias foram: **fluxo de tráfego** (veículos motorizados, veículos pesados e usuários vulneráveis das vias), **número de faixas, ilhas de tráfego, via secundárias, facilidades para ciclistas, semaforizadas ou não, número de faixas de rolamento.**

Os principais resultados da pesquisa para cada variável foram:

- **Média Anual de Distribuição do Tráfego (AADT)** - O fluxo de veículos motorizados demonstrou ser a mais importante variável nos modelos. Os resultados mostraram que a frequência de acidentes está altamente relacionada com a média anual de distribuição do tráfego (AADT).

- **Limite de Velocidade** – O modelo demonstrou que vias urbanas com limite de velocidade alto têm o mais baixo risco de acidentes. Isto não significa que altas velocidades em geral são seguras. Altas velocidades têm baixa correlação com usuários mais vulneráveis das vias e tendem a acontecer em áreas menos densamente construídas.

- **Número de Faixas de Rolamento** – Ligações viárias com apenas uma faixa tem mais acidentes envolvendo veículos que circulam na mesma direção que ligações viárias com duas ou mais faixas.

- **Largura da Via** – Aparentemente ligações viárias com uma largura de pista de 8 a 8.5m têm o mais baixo risco para a maioria dos tipos de acidentes.

- **Medidas de Redução de Velocidade** – Ligações Viárias com medidas de redução de velocidade têm o mais alto risco de acidentes individuais. Mesmo sabendo que medidas de redução de velocidade normalmente melhoram a segurança, esta variável explicativa não demonstrou significativa participação na maioria dos casos estudados.

- **Número de Vias Secundárias** – Vias sem nenhuma via secundária e vias com inúmeras vias secundárias têm o mais baixo risco de acidentes, enquanto que vias com um número médio de vias secundárias têm o mais alto risco de acidentes.

- **Número de Vias Secundárias de Menor Importância** – A variável explicativa para o número de vias secundárias de menor importância provou ser de muita importância no modelo. Em geral, vias secundárias muito importantes têm o mais alto risco de acidentes.

- **Condições de Estacionamento** – Ligações Viárias com estacionamento de veículos ao longo do meio-fio ou em baias têm o mais alto risco de acidentes, particularmente acidentes envolvendo pedestres, veículos estacionados, veículos saindo de vias secundárias.

- **Uso do Solo** – O meio ambiente das vias (tipos e funções das construções ao longo da via) têm uma considerável influência sobre o risco em acidentes. Ruas comerciais e vias do centro da cidade apresentam o mais alto risco de acidentes do que, por exemplo, vias residenciais em áreas com baixa densidade construtiva. Geralmente, a mais baixa densidade construtiva, traduz o mais baixo risco em acidentes.

- **Tipos de Vias Urbanas** – Baseado nos dados coletados, seis tipos de ligações viárias foram definidas, e os modelos de previsão de acidentes têm sido estimados para cada tipo. Por razões práticas apenas seis tipos de vias foram definidos, baseadas na mais

importante variável encontrada pelos modelos. As definições dos tipos de vias são portanto baseadas na informação de uso do solo, número de vias secundárias de menor importância e no limite de velocidade.

A matriz de correlação dos dados para ligações viárias foi representado como mostra a figura 8. A espessura da linha representa o nível de correlação entre as variáveis estudadas.

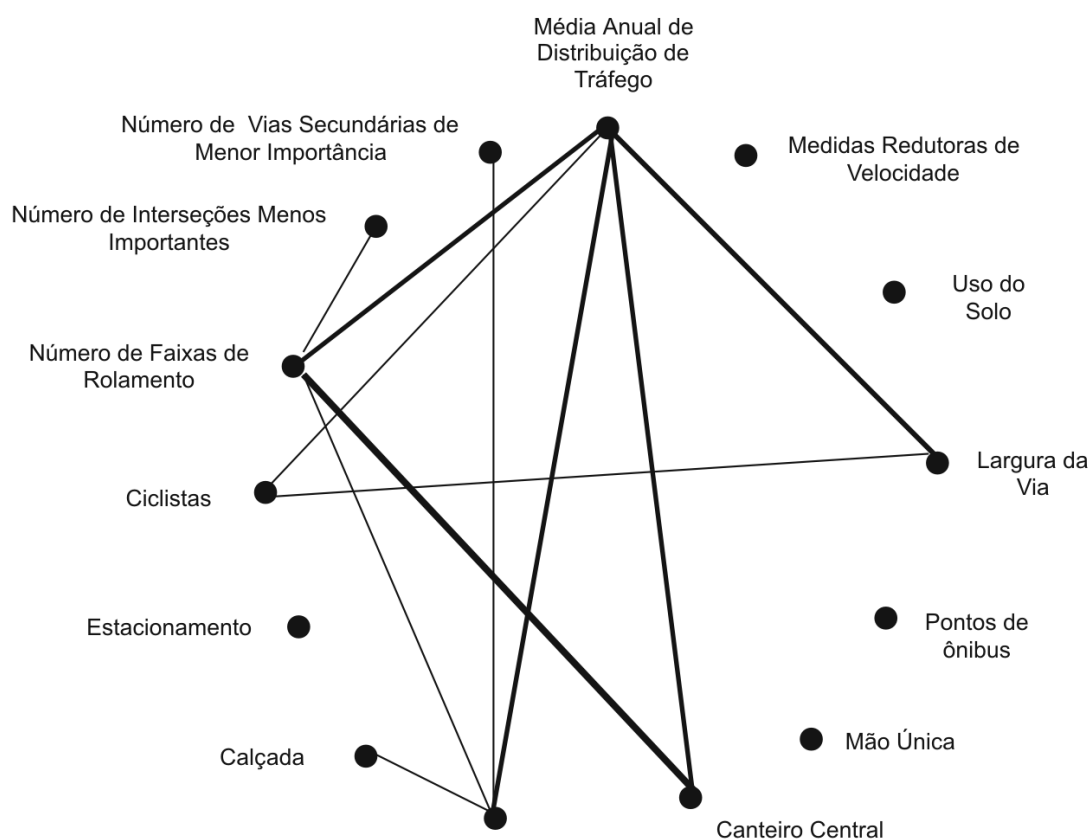


Figura 8: Matriz de correlação dos dados para ligações viárias

Fonte: Greibe, 2003.

4.2 - Conclusão

É bastante interessante a confrontação de diversas pesquisas, muitas delas abordando as mesmas variáveis, com resultados divergentes, como as pesquisas de Kmet et al (2003) e Zlatopler (1991), nas quais são estudadas as diferenças entre acidentes em áreas urbanas e rurais. A principal variável estudada é distâncias viajadas (como um fator de

exposição): nas pesquisas de Kmet et al (2003), são encontrados resultados positivos de que quanto maiores são as distâncias percorridas pelos indivíduos (e em geral estas aparecem em áreas rurais), maior é a probabilidade de acidentes pois há maior tempo de exposição. Entretanto Zlatopler concluiu que quanto mais milhas viajadas, menos mortes e quanto menos milhas viajadas, mais mortes, pois segundo ele, há um desencorajamento de certos tipos de comportamento de risco (por exemplo, dirigir em altas velocidades) quando se viaja longas distâncias. E o contrário, quando as distâncias viajadas são menores (como nas áreas urbanas por exemplo), há maior encorajamento a comportamentos de risco e maior número de mortes.

No entanto, as pesquisas de Grossman et al (1997), Muelleman e Mueller (1996) e Beeck et al (1991) são complementares quanto a variáveis que dizem respeito aos cuidados emergenciais pós-acidentes, pois afirmam que estes podem representar diferenças no número de mortos. Segundo Grossman et al (1997), as altas taxas de mortos em áreas rurais podem estar associadas à carência de cuidados avançados de primeiros socorros, além de serem longos os tempos de viagem até o hospital. Beeck et al (1991) concluíram que quanto maior a disponibilidade de cuidados avançados a situações de trauma, menor o número de mortes.

Interessante foi a contribuição de Peltzman (1975) quando pesquisou a relação da renda com o número de acidentes. Ao contrário do que defendem outros autores por ele citados, Peltzman sugere que o aumento na renda poderia aumentar a demanda por atividades, gerando uma maior exposição de indivíduos com renda alta e com isso haveria um aumento do número de acidentes. Pode-se concluir então que, a renda teria um efeito ambíguo sobre as taxas de fatalidades.

Há pesquisas mais recentes entretanto (Beeck et al, 2000) que investigaram as diferenças de mortalidade em acidentes de trânsito em países desenvolvidos e em desenvolvimento e descobriram que nas últimas décadas do período estudado – (1962-1990), houve uma redução do número de acidentes nos países desenvolvidos, isto é, países onde o nível de renda per capita é maior, pelo investimento em melhorias na infraestrutura de tráfego e nos cuidados de atendimento aos feridos. Embora nos países desenvolvidos haja uma maior demanda por atividades e um número maior de veículos, há também maior dedicação nos cuidados com a segurança de tráfego.

Torna-se importante ressaltar que nas pesquisas citadas anteriormente, as variáveis que podem explicar a variação na incidência de acidentes, não são estudadas isoladamente. Há a preocupação em verificar diferentes combinações destas variáveis, pois as associações entre elas podem potencializar ou anular a contribuição desta ou daquela variável em determinada circunstância de tempo e de lugar.

Por esta razão, esta dissertação se preocupará em abordar principalmente as variáveis relacionadas ao desenvolvimento urbano, uma vez que são aquelas pouco exploradas pela literatura em segurança de tráfego, como :

- População, área dos bairros (km²), densidade populacional (hab/Km²), extensão viária (km), densidade viária (km/km²), viagens produzidas por dia – modos motorizados ou não (n^o), imóveis comerciais (n^o), imóveis residenciais (n^o), interseções semaforizadas (n^o), renda domiciliar (valor em reais) e IDH (Índice de Desenvolvimento Humano).

Em relação a este conjunto de variáveis a bibliografia é bastante restrita, embora tenham sido identificadas pesquisas que incluem variáveis como renda e diferenças regionais (Kmet et al, 2003; Beeck et al, 1991; Zlatopler, 1991; Peltzman, 1975).