



Universidade Federal da Bahia
Instituto de Saúde Coletiva
Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva
Doutorado em Saúde Coletiva
Área de Concentração Epidemiologia

A complexidade da situação epidemiológica dos acidentes de trânsito.

**Uma análise da mortalidade por acidentes de trânsito,
acontecida no Município de Lanús, Província de Buenos
Aires, e na Argentina, entre os anos 1998 e 2004.**

Guillermo Raúl Macías

Salvador – Bahia
2009



Universidade Federal da Bahia

Instituto de Saúde Coletiva

Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva

Doutorado em Saúde Coletiva

Área de Concentração Epidemiologia

A complexidade da situação epidemiológica dos acidentes de trânsito.

**Uma análise da mortalidade por acidentes de trânsito,
acontecida no Município de Lanús, Província de Buenos
Aires, e na Argentina, entre os anos 1998 e 2004.**

Guillermo Raúl Macías

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva do Instituto de Saúde Coletiva da Universidade Federal da Bahia como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor em Saúde Pública.

Orientador: Prof. Naomar de Almeida Filho

Salvador – Bahia
2009

Guillermo Raúl Macías

A complexidade da situação epidemiológica dos acidentes de trânsito.

Uma análise da mortalidade por acidentes de trânsito, acontecidas no Município de Lanús, Província de Buenos Aires, e na Argentina, entre os anos 1998 e 2004.

Defesa: 31 de março de 2009

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Lígia Maria Vieira da Silva
Instituto de Saúde Coletiva – Universidade Federal da Bahia

Profa. Dra. Edinilsa Ramos de Souza
CLAVES – Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz

Prof. Dr. Eduardo Luiz Andrade Mota
Instituto de Saúde Coletiva – Universidade Federal da Bahia

Prof. Dr. Marcio Alazraqui
Departamento de Salud Comunitaria - Universidad Nacional de Lanús
(Argentina)

Prof. Dr. Naomar Monteiro de Almeida Filho
Instituto de Saúde Coletiva – Universidade Federal da Bahia

Dedicatória

Este trabajo está dedicado enteramente a mi familia y amigos, y especialmente a Claudia, mi esposa, y a Florencia y Santiago, mis hijos.

Mi esfuerzo en esta tarea no es nada comparado con el esfuerzo realizado por ustedes al acompañarme en esta etapa.

Agradecimentos

Ao Professor Naomar de Almeida Filho, pela valiosa ajuda e acompanhamento neste trabalho;

A todos os professores e funcionários do Instituto de Saúde Coletiva, mas especialmente ao Professor Eduardo Luiz Andrade Mota e Ana Cardoso;

Aos todos meus colegas do ISC, especialmente à Claudia e Eliane;

Aos colegas da Universidade de Lanús, especialmente ao Marcio;

À minha família e amigos,

A todos os que participaram, ajudaram, acompanharam e entenderam;

Saibam que não teria sido possível sem vocês.

Obrigado.

El tránsito urbano nos tiene a todos enfermos del corazón. Vivimos sumergidos, embargados por él. Es una muralla movable que corta las calles o, mejor dicho, una muralla que se abre, que se cierra, que nos alienta, que nos burla, pero más infranqueable que cualquiera medieval. Sus lienzos, sus bastiones, están hechos de camiones, de tranvías y de bicicletas

Si vamos a pie, y el tránsito nos sorprende en su espesura, es una especie de toreo de vehículos obligado, sin traje de luces y sin gracia. Los autos se nos echan encima y hay que adivinarlo, presentirlo, por una especie de sensibilidad de los hombros, de los músculos. Yo me siento muy a menudo atropellado, oigo el crujido de mi columna vertebral, rota como un leño viejo, y me veo aplastado contra el asfalto. Ya estoy un poco cansado de la faena.

A vueltas con el tránsito

Baldomero Fernández Moreno

Guía caprichosa de Buenos Aires. Obra inédita.
Editorial EUDEBA, 1965.

Sumário

Apresentação geral do trabalho 4

Seção 1. Análise dos óbitos por acidentes de trânsito no Município de Lanús, Argentina, 1998-2004..... 6

1-1. Apresentação do artigo	6
1-2. Artigo 1: Análise dos óbitos por acidentes de trânsito no Município de Lanús, Argentina, 1998-2004.	7
Resumo	7
Abstract	8
Introdução.	9
Material e Métodos	12
Resultados	17
Análise do Risco	21
Análise dos óbitos segundo atividade comercial do município.....	23
Análise espacial	24
Discussão.....	27
Conclusões.....	31
Referências Bibliográficas.....	32

Seção 2. Análise dos acidentes de trânsito na Argentina, 2000-2002, mediante técnica de níveis múltiplos..... 37

2-1. Apresentação do artigo	37
2-2. Artigo 2: Análise dos acidentes de trânsito na Argentina, 2000-2002, mediante técnica de níveis múltiplos.	39
Resumo	39
Abstract	40
Introdução	41
Materiais e Métodos.....	43
Dados do nível individual (óbitos):.....	44
Dados do nível departamental:	45
Dados do nível provincial:.....	45
Análise dos dados:.....	46
Resultados	48
Discussão:.....	51
Conclusões:.....	55
Referências Bibliográficas.....	56

Seção 3. Teorias, modelos e métodos de pesquisa em Acidentes de Trânsito. 61

3-1. Apresentação do artigo	61
3-2. Artigo 3: Antecedentes e estado da arte sobre teorias, modelos e métodos de pesquisa em Acidentes de Trânsito.	62
Resumo	62
Abstract	62
Introdução	63
Metodologia:	64
Revisão de paradigmas, teorias e modelos:	65
1. Teorias.....	67
2. Modelos	79
2.1) Modelos sequenciais.....	82
2.2) Modelos físico-biológicos.	86
2.2.a. Modelos de transferência de energia.	86
2.2.b. Modelos epidemiológicos.	88
2.3) Modelos psicossociais.....	93
2.3.a. Modelos de análise no nível individual.....	96
2.3.b. Modelos de análise no nível social.	107
2.3.c. Modelos matemáticos do comportamento do condutor	109
2.4) Modelos baseados na Teoria de Sistemas.....	110
3. Métodos para pesquisa sobre acidentes	115
4. Propostas teóricas mais avançadas:	115
Algumas considerações finais acerca das teorias e modelos apresentados.....	119
Referências Bibliográficas:.....	123

Seção 4. Um novo olhar sobre os Acidentes de Trânsito..... 132

4-1. Apresentação do artigo	132
4-2. Artigo 4: Apresentação de um modelo sistêmico hierárquico complexo para explicar os Acidentes de Trânsito.	133
Resumo	133
Abstract	133
Introdução:	134
O modelo proposto.	143
1. Algumas definições	143
2. Características	150
3. Relações entre componentes	153
4. Descrição dos Níveis.....	154

Discussão – Conclusões:	167
Referências Bibliográficas:	171
Conclusões	178

Apresentação geral do trabalho

Este trabalho tem como finalidade contribuir para ampliar o conhecimento sobre os Acidentes de Trânsito por meio da revisão da visão tradicional e clássica que se tem sobre estes eventos.

A pesquisa, desenvolvida com dados secundários oficiais do Ministerio de Salud da Argentina, apresenta a seguinte sequência lógica: num primeiro momento se apresentará uma análise da situação epidemiológica dos óbitos por Acidentes de Trânsito em um município argentino através de um estudo descritivo, mediante uma combinação de diversas técnicas de uso freqüente na Epidemiologia.

Logo depois, expor-se-á uma pesquisa de caráter exploratório que estuda o peso de diversos determinantes envolvidos na produção de Acidentes de Trânsito na Argentina, pertencentes a diferentes níveis de agregação, mediante a técnica de níveis múltiplos.

Imediatamente, a terceira seção trará os achados de uma busca bibliográfica tendente a revisar de forma crítica o estado da arte a respeito dos paradigmas, das teorias e dos modelos utilizados de forma mais freqüente no estudo dos Acidentes em geral e de Trânsito em particular.

Por último, retomando a crítica anterior, e levando em conta as demandas atuais que provêm do trânsito, se apresentará um modelo sistêmico hierárquico complexo como proposta para explicar os Acidentes de Trânsito desde uma abordagem baseada nos sistemas complexos.

Trata-se de uma pesquisa inovadora, visto que na Argentina são praticamente inexistentes os estudos que analisam a situação local e nacional dos Acidentes de Trânsito com as técnicas utilizadas neste trabalho. Além do mais, poucos trabalhos analisam a determinação e a gênese destes eventos de forma específica, sendo que a maioria deles aborda aos acidentes em geral.

Problema:

Existe uma falta de reconhecimento das características complexas dos Acidentes de Trânsito.

Hipótese:

Os Acidentes de Trânsito (AT) apresentam uma complexa estrutura na sua geração. Isto pode ser inferido a partir de uma proposição de abordagem dos AT com base na teoria da complexidade e com os achados de análises de perfis de mortalidade por AT mediante técnicas simples ou complexas, ou a partir da revisão histórica das teorias e modelos utilizados para seu tratamento.

Objetivo principal do estudo:

Realizar análise complexa da situação epidemiológica dos Acidentes de Trânsito.

Objetivos específicos:

- 1) Analisar o perfil dos óbitos por Acidentes de Trânsito (AT) de residentes no Município de Lanús (Província de Buenos Aires, Argentina) entre os anos 1998 e 2004.
- 2) Investigar fatores contextuais na determinação de óbitos por AT na República Argentina entre os anos 2000 e 2002, utilizando um modelo de regressão de múltiplos níveis.
- 3) Realizar análise crítica do estado da arte dos paradigmas, das teorias e dos modelos utilizados de forma mais freqüente na historia dos AT.
- 4) Propor um modelo hierárquico baseado na teoria dos sistemas complexos para a abordagem dos acidentes de trânsito.

Seção 1. Análise dos óbitos por acidentes de trânsito no Município de Lanús, Argentina, 1998-2004.

1-1. Apresentação do artigo

Nesta seção se apresenta uma pesquisa de caráter descritivo, realizada com o objetivo de analisar o perfil dos óbitos por Acidentes de Trânsito (AT) de residentes no Município de Lanús (Província de Buenos Aires, Argentina) entre os anos 1998 e 2004, mediante a utilização de diversas técnicas epidemiológicas de uso freqüente.

Assim, foi realizada uma análise da situação dos AT para identificar a magnitude, o risco e a distribuição geográfica desses eventos. O município de Lanús também foi comparado com os outros municípios da área metropolitana da Cidade de Buenos Aires (região chamada “Gran Buenos Aires”).

A idéia final é investigar a existência de padrões nas diversas características dos indivíduos e do município que possam ter relação com os óbitos, para utilizá-las como insumo para a elaboração de políticas e programas de prevenção.

1-2. Artigo 1: Análise dos óbitos por acidentes de trânsito no Município de Lanús, Argentina, 1998-2004.

Resumo

Objetivo: analisar o perfil sócio-demográfico dos óbitos por Acidentes de Trânsito (AT) de residentes no Município de Lanús (Província de Buenos Aires, Argentina) entre os anos 1998 e 2004.

Material e Método: se realizou um estudo epidemiológico descritivo, utilizando dados oficiais de mortalidade da Argentina. Foram estudados os óbitos por AT segundo residência e ocorrência, codificados pela CID-10. As variáveis analisadas foram idade, sexo, nível educativo e condição de atividade. Foram utilizados dados econômicos para avaliar e comparar Lanús com os outros Municípios do Gran Buenos Aires, em termos dos coeficientes de mortalidade por AT. Foram realizadas análises uni e bivariadas, e calculada a Mortalidade Proporcional (MP) e a Razão de Mortalidade Proporcional (RMP). Realizou-se georreferenciamento dos óbitos segundo local de residência e de ocorrência da morte para avaliar a distribuição geográfica.

Resultados: O perfil epidemiológico é composto principalmente por homens entre 20 e 29 anos, indivíduos com nível educativo primário completo (ou secundário incompleto) e que trabalhavam. Mais da metade deles era ocupante de veículo. O risco dos homens foi quase 3,5 vezes maior que as mulheres e, entre eles, os mais idosos apresentam as maiores incidências. Os analfabetos ou aqueles com formação primária incompleta possuem risco baixo, quase igual as das pessoas com nível educativo superior. A MP em Lanús é menor quando comparada com os Municípios do Gran Buenos Aires. Lanús aparece junto aos municípios que apresentam alta atividade comercial e menores taxas de óbitos. A respeito da georreferência, os achados mostram que os AT atingem mais a população que mora em locais com piores condições socioeconômicas.

Conclusões: O município de Lanús apresenta um perfil de mortalidade por AT semelhante ao dos países desenvolvidos. A combinação de técnicas se apresenta como uma alternativa interessante para trabalhar com dados secundários, em pequenas áreas e com números pequenos. Esta pesquisa fornece aportes para a intervenção sobre os problemas ligados aos AT no nível individual e local. Destaca-se a necessidade de contar com estudos mais abrangentes, abordando o problema desde outros enfoques metodológicos.

Abstract

Main objective: to analyze the socio-demographic profile of victims of fatal traffic accidents (TA) of residents in the city of Lanús (Buenos Aires province, Argentina) between the years 1998 and 2004.

Design and Methods: It was held a descriptive epidemiological study, using official data of mortality of Argentina. We studied the deaths of TA by residence and occurrence, coded by ICD-10. The variables analyzed were age, sex, educational level and condition of activity. We used economic data to assess and compare Lanús with other Municipalities of Gran Buenos Aires, in terms of mortality rates by AT. We performed univariate and bivariate analysis, and calculated the proportional mortality (PM) and the proportional mortality ratio (PMR). Georeference of deaths by place of residence and occurrence was performed to assess the geographical distribution.

Main Results: The epidemiological profile is composed mainly of men between 20 and 29 years, individuals with complete primary education (or incomplete secondary education) and workers. More than half of the victims were vehicle occupant. The risk for men was nearly 3.5 times higher than women, and among them, the elderly have the greatest impact. The illiterate or those with incomplete primary education have low risk, almost equal to those of people with higher education. The PM in Lanús is lower when compared with the Municipalities of Gran Buenos Aires. Lanús appears between the municipalities that have high commercial activity and lower rates of deaths. About georeference, the findings show that TA reach more people who live in places with worse socioeconomic conditions.

Conclusions: Lanús shows a profile similar to TA mortality in developed countries. The combination of techniques appears as an alternative when working with secondary data on small areas and small numbers. This research provides contributions for assistance on problems related to TA at the individual level and local level. The need of more comprehensive study is shown, addressing the problem from other methodological approaches.

Introdução.

O trânsito é, talvez, um dos sistemas mais complexos e perigosos que as pessoas devem enfrentar no seu cotidiano. Tem importantes consequências para a saúde das pessoas, desde seus efeitos como poluente do ar, ruído, mudança no clima, atuando, inclusive, na diminuição do hábito de caminhar ou andar de bicicleta. Em alguns países a contaminação atmosférica devida aos meios de transporte terrestre gera mais mortes que os acidentes de trânsito, devido a que os veículos motorizados produzem quase a quarta parte das emissões de gases, provenientes exclusivamente do homem, responsáveis do “efeito estufa”. Mas, talvez o perigo maior que o trânsito representa para as populações seja a possibilidade de sofrer lesões, às vezes mortais, devido à ocorrência de um “Acidente de Trânsito” (AT) (Tapia Granados, 1998; Dora, 1999; OMS, 2003; WHO, 2006).

Há décadas diferentes estudos estão indicando um aumento da morbidade e da mortalidade por causas externas. No ano 2000 se calculava que havia aproximadamente 16.000 mortes por dia (cinco milhões de pessoas por ano) em todo o mundo devidas somente às causas externas, e para cada pessoa morta muitas mais resultavam feridas, em geral com seqüelas permanentes (WHO, 2000, 2002; Spinelli et al, 2005). Este fato também se manifesta na Argentina e no Município de Lanús, Província de Buenos Aires. No grupo das causas externas, os AT se apresentam como a causa mais freqüente de óbitos, representando aproximadamente 25% do total mundial de mortes por essas causas. Desde a primeira morte por um acidente automobilístico ocorrido em 1896, o número de vítimas ascende a mais de 30 milhões de pessoas. Representam 2,2% da mortalidade no mundo (mais de 3.000 pessoas morriam por dia por AT em 2002, aproximadamente 1.200.000 por ano) (MacKenzie, 2000; UN, 2003; Peden et al, 2004; RoadPeace, 2004).

Esse problema aparece tanto nas sociedades desenvolvidas como nas em desenvolvimento. Os AT estão freqüentemente associados aos grandes centros urbanos e às grandes autopistas, porém as estatísticas oficiais mostram que muitos ocorrem também nas pequenas cidades no interior. O desenvolvimento

econômico numa sociedade leva, pelo menos no início, a um maior número de óbitos por AT, talvez devido a um maior número de veículos circulantes (Scalassara et al, 1998; van Beek et al, 2000; UN, 2003; Mock, 2004; Noland e Quddus, 2004; Vlahov et al, 2004; Mohan, 2008).

Esses temas receberam uma escassa atenção nas agendas nacionais e internacionais, quando comparada com a atenção prestada às principais doenças transmissíveis e não transmissíveis. Durante muitos anos as instituições de saúde não consideraram esses eventos como fatos importantes, principalmente pela forte crença deles serem fruto do “acaso”. Diversos artigos indicam que esses “acidentes” não são produzidos pela ação de causas imprevisíveis, mas sim produtos de erros humanos, condutas inapropriadas, estradas mal conservadas, e muitas outras causas previsíveis (Davis e Pless, 2001; Shaw, 2002; Horswill e Helman, 2003; UN, 2003; Mock, 2004; Silvi, 2004; Robertson, 2007).

Além do mais, é mínima a quantidade de recursos humanos e sociais que são utilizados para o tratamento desses eventos. Calcula-se entre 20 e 50 milhões o número de pessoas no mundo que sofrem ferimentos ou ficam com deficiências por AT, mesmo considerando uma importante sub-notificação desses eventos. A estimativa é de um óbito para 15 traumatismos graves (com internação hospitalar) e para 70 lesões menores. Os acidentes não mortais podem causar deficiências físicas permanentes, que geram um impacto pessoal e familiar muito elevado, tanto psicológico como social e econômico (Baker et al, 1984; OPS, 1993; UN, 2003; Peden et al, 2004; Robertson, 2007).

O fato dos Acidentes de Trânsito (AT) ser um grande problema de saúde pública baseia-se principalmente no seu impacto em grupos populacionais mais jovens e nos altos custos sociais e econômicos que eles representam para os sistemas de assistência médica, às vítimas, e às empresas onde elas trabalham. Em alguns países desenvolvidos os acidentes de trânsito têm demonstrado ser uma das principais causas da lentidão no ganho de esperança de vida, devido ao aumento relativo da mortalidade na faixa etária de 15 a 39 anos que provocam (Ruiz Ramos et al, 1997; UN, 2003; Peden et al, 2004; Corso et al, 2006; Robertson, 2007). A respeito do custo econômico dos AT, se estima que

estes atingem entre 1% e 2% do Produto Interno Bruto (PIB) das nações. Esse cálculo inclui os custos diretos, ou seja, aqueles derivados da atenção médica das vítimas. Mas resulta muito importante não esquecer os custos indiretos, provenientes daqueles ganhos que a sociedade deixa de receber pela morte ou deficiência dos acidentados (OPS, 1993; Peden et al, 2004; Corso et al, 2006; Robertson, 2007).

Tanto na América Latina, como em outros países em desenvolvimento, os acidentes de trânsito têm adquirido uma dimensão epidêmica, devido em parte ao grande crescimento urbano e industrial, e também pelo aumento de veículos registrados. Nesses países as leis de trânsito, a educação dos condutores e as medidas de segurança dos veículos e estradas não têm avançado em igual dimensão que as causas antes descritas. Isto faz pensar que o risco de acidentes será cada vez maior (Bangdiwala et al, 1991; UN, 2003; Mock, 2004; Peden et al, 2004; Silvi, 2004).

O problema é maior quando considerado o lugar de ocorrência destes eventos. Quase 90% das mortes por AT, 96% das crianças que morrem por estas causas, e 90% do total anual de anos de vida ajustados em função da incapacidade (AVAI), acontecem em países com níveis de renda médios e baixos. Também nesses países as lesões por AT representam entre 30% e 86% de todas as internações hospitalares por traumatismos. No entanto, quando se analisa no interior dos países, as desigualdades são ainda maiores. Tanto em países desenvolvidos como nos em desenvolvimento, os AT têm maior impacto sobre os setores mais pobres e vulneráveis da sociedade. Eles representam a maioria das vítimas e, no caso de lesões de longa duração ou permanentes, geralmente têm acesso limitado aos serviços de assistência ou carecem de apoio psicológico ou monetário (Mock, 2004; Peden et al, 2004; Ferrando et al, 2005; Robertson, 2007).

A respeito do perfil epidemiológico das vítimas, mais de 50% corresponde a indivíduos entre 15 e 44 anos, a maioria homens (73%) (Martin, 2001). Os usuários mais vulneráveis (pedestres, ciclistas e motociclistas) apresentam um risco maior de morrer do que os ocupantes de veículos (Peden et al, 2004). Além do mais, a UNICEF informou que durante o ano 2001, 40%

das mortes de menores de 15 anos em países desenvolvidos foram devidas a causas externas (UNICEF, 2001). Para 2004 estimavam-se 262.000 mortes entre crianças e jovens até 19 anos no mundo (WHO, 2008).

A situação na Argentina não é muito diferente. No período 1985 – 2001 a tendência das taxas de mortalidade por AT foi levemente descendente, com algumas oscilações. As taxas se encontravam entre as mais baixas da América Latina (Silvi, 2004). Para o ano 2007 os óbitos por AT encontravam-se no primeiro lugar entre as causas externas (20,9%), as quais ocuparam a quarta posição dentre as mortes por causas definidas (9,5%) depois das doenças do sistema circulatório, dos tumores e das doenças respiratórias (MSA, 2008). A respeito da questão econômica, para o ano 2000 se estimava que na Argentina se gastava aproximadamente 250 milhões de dólares, entre custos diretos e indiretos, sendo essas estimações feitas com dados insuficientes e conservadores (Geldstein et al, 2006).

O objetivo deste estudo é descrever o perfil das vítimas fatais dos acidentes de trânsito residentes no Município de Lanús, no período de 1998 a 2004, mediante diversas técnicas epidemiológicas, para identificar a magnitude, o risco e a distribuição geográfica desses eventos; e, além do mais, compará-lo com os outros Municípios do Gran Buenos Aires (municípios que rodeiam à Cidade de Buenos Aires, Argentina). Procura-se investigar a existência de diversas características dos indivíduos e do município que podem ter relação com os óbitos, para utilizá-las como insumo para a elaboração de políticas e programas de prevenção.

Material e Métodos

Foi realizado um estudo epidemiológico descritivo com o objetivo de analisar os óbitos por acidentes de trânsito ocorridos no período de 1998 a 2004, no Município de Lanús, Província de Buenos Aires, Argentina, e para compará-los com os outros municípios do Gran Buenos Aires.

Para isso foram utilizados dados oficiais de mortalidade, fornecidos pela Direção de Estatísticas e Informação de Saúde (Dirección de Estadísticas e

Información de Salud – DEIS, Ministerio de Salud, Argentina), registrados a partir dos Informes estatísticos de óbito (Informes Estadísticos de Defunción – IED).

Foram estudados os óbitos por acidentes de trânsito segundo residência e ocorrência (dentre aqueles que residiam no município), codificados pela Classificação Internacional de Doenças 10^a revisão (CID-10). Estes estão incluídos no capítulo dos Acidentes de Transporte (códigos V01 a V99), e dentre eles foram selecionados aqueles relativos a acidentes por meio de transporte terrestre (V01-V89). Define-se acidente de trânsitoⁱ como *"todo acidente com veículo ocorrido na via pública (i.e. originando-se, terminando ou envolvendo um veículo parcialmente situado na via pública). O acidente de veículo é considerado como tendo ocorrido na via pública a menos que haja a especificação de outro local, exceto nos casos de acidentes envolvendo somente veículos especiais a motor (veículos a motor não-de-circulação) que, salvo menção em contrário, não são classificados como acidentes de trânsito"* (OMS, 1997).

"Via pública [via de trânsito] ou rua é a largura total entre dois limites de propriedade (ou outros limites) de todo terreno ou caminho aberto ao público, quer por direito quer por costume, para a circulação de pessoas ou de bens de um lugar para o outro. Pista ou leito de rua é a parte da via pública que é preparada, conservada e habitualmente usada para o trânsito de veículos" (OMS, 1997). Deve-se esclarecer que entre os AT estão incluídos os ferroviários que também são classificados como de trânsito.

Descartaram-se as variáveis com baixa qualidade da informação (alta porcentagem de dados perdidos – *missing*). Foram analisados sexo, idade, condição da atividade laboral e escolaridade no momento do óbito. Apesar de apresentar quase 55% de registros sem informação, essa última variável foi incluída na análise por ser considerada muito importante, como *proxy* de condições de socioeconômicas.

A idade foi organizada em grupos de 10 anos; os grupos 0-9 e 10-19 foram unidos (0 a 19 anos) porque o primeiro apresentava só um indivíduo, e a

partir dos 80 anos o último grupo foi deixado aberto (80 e mais anos, 7 indivíduos).

A escolaridade foi classificada nos seguintes grupos: Analfabeto/Primário Incompleto, Primário completo (inclui aqueles com Secundário incompleto), Secundário completo (inclui Superior – Universitário incompleto), Superior (Universitário completo) e nível Ignorado (INDEC, 2007).

A condição de atividade define a situação em que se acham as pessoas a respeito da sua participação ou não na atividade econômica (INDEC, 1998), no nosso caso no momento do óbito. A partir de 2002 ela foi classificada em: Trabalhava ou estava de licença; Não trabalhava, mas procurava trabalho; Não trabalhava e não procurava trabalho; e Ignorado. Não foi possível analisar a situação empregatícia do indivíduo no momento da morte, devido à falta de codificação e ao alto número de dados perdidos (*missing*) dessa variável nos registros oficiais.

Neste trabalho se considera “Municípios do Gran Buenos Aires” (MGBA) ao conjunto dos 24 municípiosⁱⁱ da província de Buenos Aires, onde está localizado o município de Lanús, que configuram a área metropolitana da Ciudad de Buenos Aires (INDEC, 2003). A eleição dessa área se deve ao fato dos MGBA conformarem, junto com a Ciudad de Buenos Aires, a maior aglomeração urbana da Argentina, com aproximadamente 10 milhões de habitantes, segundo dados de 2001 (INDEC, 2003). As informações sociodemográficas foram obtidas do “Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001”, realizado pelo INDEC (INDEC, 2007), desagregados ao nível dos setores censitários do município de Lanús.

Comparou-se a situação econômica do Município de Lanús a respeito do seu o coeficiente de mortalidade por AT. Para isso criou-se um indicador que fosse um *proxy* da atividade econômica do município, calculando a razão entre o número de lojas classificadas pelo Censo Econômico 2004-2005 (INDEC, 2005ab) e o número de habitantes (x 100) por município para os PGBA.

Foram realizadas análises uni e bivariadas, e calculada a Mortalidade Proporcional (MP) e a Razão de Mortalidade Proporcional (RMP), entre o

município de Lanús (expostos) e os outros municípios (não expostos) por ano e para todo o período, considerando exposição à residência do indivíduo.

Classicamente, para o estudo do risco de morrer por AT o coeficiente é calculado utilizando três denominadores possíveis: a população residente total, o número de veículos matriculados nessa jurisdição (mesmo que este denominador não indique estritamente risco) e a quantidade de quilômetros percorridos per cápita. Nesta pesquisa foram utilizados os dois primeiros, diante da impossibilidade de obter os dados correspondentes às distâncias percorridas por pessoa na Argentina. No caso da população, o denominador foi o número de pessoas segundo o Censo 2001 (INDEC, 2007); no caso dos automóveis, os denominadores foram os veículos matriculados durante o período compreendido na investigação (fator de multiplicação utilizado para população: 100.000 habitantes; para automóveis: 10.000 veículos) (DNRPA, 2008).

Para calcular o risco relativo (quando utilizada a população como denominador), foi escolhido como basal o grupo que apresentou menor frequência. No caso da idade coincidiu com a faixa de 0 a 19 anos; para a variável sexo utilizou-se o feminino; o grupo "Superior" foi escolhido para escolaridade; e para a análise da atividade o grupo "Não trabalhava, mas procurava trabalho" foi o que apresentou menor frequência.

Elaborou-se um gráfico de dispersão entre o indicador econômico elaborado e o coeficiente de mortalidade por AT, para comparar a posição relativa do município de Lanús dentre os outros MGBA com respeito a essas dimensões. Para isso se dividiram os municípios em quatro grupos, segundo a mediana dos dois indicadores (Lojas por 100 hab. e coeficiente de mortalidade por AT), devido a que suas distribuições não foram normais. Os quatro grupos são: alta atividade econômica e alto coeficiente, alta atividade econômica e baixo coeficiente, baixa atividade econômica e alto coeficiente, e baixa atividade econômica e baixo coeficiente.

O georreferenciamento dos óbitos foi feito segundo local de residência e de ocorrência da morte (este último para evidenciar pontos de maior incidência de eventos). Para a análise geográfica o período utilizado foi desde 1998 até 2002, isso devido à disponibilidade de dados com endereço de residência. Os

dados foram coletados das declarações de óbito (Certificados de Defunción – CD) no Cartório local (Registro Provincial de las Personas [RPP - Ministerio de Gobierno, Provincia de Buenos Aires]), que recebe e registra os CD dos falecidos residentes no Município de Lanús. Esses dados foram relacionados em mapas com informação socioeconômica. Para tal fim, foi criado um índice que compara diferentes tipos de moradia, que é a razão do número de casas classificadas como tipo B (com piores características socioeconômicas) sobre casas do tipo A (melhores características), por setor censitário, para mostrar a distribuição das condições socioeconômicas do município (INDEC, 2007). As características distintivas dessas moradas são: Casa tipo A: domicílio com saída direta ao exterior (sem passagens ou corredores de uso comum) construída originalmente com a finalidade de habitação. Não tem condições deficitárias. Casa tipo B: casa que apresenta pelo menos uma das seguintes condições deficitárias: tem chão de terra ou tijolo solto ou outro material (não tem chão de cerâmica, laje, mosaico, mármore, madeira, tapete, cimento ou tijolo fixo); não tem provisão de água encanada ou não dispõe de vaso sanitário com descarga de água (INDEC, 2007).

Foi utilizado o teste χ^2 de Pearson para avaliar a significância estatística de diferenças de proporções, e o teste de Schapiro-Wilk para ponderar a normalidade nas distribuições das variáveis numéricas.

Para os cálculos estatísticos e a elaboração de gráficos foram utilizados os programas STATA[®] versão 8.2 e Microsoft Excel[®]; e o georreferenciamento foi realizado com o *software* Map Info[®] 7.0. A cartografia foi cedida pela empresa Geotarget S.A. - Argentina (Cartografia elaborada com base na informação da Geodesia, escala 1:10.000, Dezembro de 2003).

Resultados

A comparação do número de óbitos por AT e por outras causas para os anos de 1998 a 2004 entre a Argentina e Lanús se pode observar na Tabela 1. A mortalidade geral municipal representou pouco menos de 2% da mortalidade do país. Com respeito às Causas Externas, em Lanús essas mortes constituíram entre 1,1% e 1,3% das nacionais segundo o ano; e já para os óbitos por AT as cifras foram ainda menores (somente no ano 2000 o percentual alcançou 1%).

Tabela 1. Número absoluto de óbitos por causa, local de residência e ano. Argentina e Lanús, 1998-2004.

Causa de óbito / Local	Ano						
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Todas as causas							
Argentina	280.180	289.543	277.148	285.941	291.190	302.064	294.051
Lanús	5.151	5.082	4.790	4.922	5.187	5.003	5.085
Causas Externas							
(V01-Y89)							
Argentina	19.615	19.682	19.365	19.916	19.701	18.953	18.094
Lanús	235	222	216	244	265	253	207
Acidentes de Transporte terrestre							
(V01-V89)							
Argentina	4.718	4.513	4.035	4.116	3.525	3.709	3.695
Lanús	32	27	39	30	27	19	24
Acidentes de Trânsito*							
Argentina	3.836	3.641	3.321	3.612	3.114	3.322	3.335
Lanús	24	17	36	30	27	18	23

Fonte: Elaborado a partir dos dados da Dirección de Estadísticas e Información de Salud – DEIS (Ministerio de Salud, Argentina).

* Os códigos estão detalhados na nota de final do documento i.

Foram registrados 175 óbitos por AT domiciliados no Município de Lanús durante os anos de estudo, dos quais 139 (79,9%) foram em homens (um caso com sexo desconhecido foi excluído dessa análise). Essa proporção variou entre 66,7% (ano 2001) e 92,6% (ano 2002), mas essa diferença não foi significativa.

Na distribuição absoluta das mortes segundo grupos etários, constata-se que as idades mais atingidas estão entre os 20 e os 39 anos, sendo claramente o grupo com maior frequência o de 20 a 29 anos (26,4%). No período de estudo não foram registrados óbitos por AT em crianças menores de 8 anos. A média aritmética da idade das observações foi de 43 anos com uma mediana de 40. A moda foi 20 anos (oito observações). Os valores extremos foram 8 e 99 anos, com um desvio padrão de 20,7 anos. A idade se apresentou com distribuição normal entre os óbitos por AT. A distribuição da idade entre os cinco anos do estudo não apresentou diferenças significativas.

No momento da morte 44 indivíduos (25,3%) tinham completado o nível primário (Tabela 2). Infelizmente, a qualidade da informação da variável que mede o grau de escolaridade é baixa, já que mais da metade dos registros (54,6%) não apresentavam essa informação.

Na Tabela 2 também se pode observar a condição de atividade em que se encontravam os indivíduos do estudo no momento do óbito. Só 43,7% deles trabalhavam, dos quais 92,4% (73) eram homens, dezesseis sem ocupação que procuravam trabalho.

Tabela 2. Características dos óbitos por Acidentes de Trânsito segundo Sexo. Residentes de Lanús, 1998-2004¹.

Variáveis	Feminino		Masculino		Total	
	N (35)	%	n (139)	%	n (174)	%
Idade						
0-19 anos	4	2,3	13	7,5	17	9,8
20-29 anos	12	6,9	34	19,5	46	26,4
30-39 anos	1	0,6	23	13,2	24	13,8
40-49 anos	5	2,9	14	8,0	19	10,9
50-59 anos	1	0,6	21	12,1	22	12,6
60-69 anos	8	4,6	15	8,6	23	13,2
70-79 anos	2	1,1	14	8,0	16	9,2
80 e mais	2	1,1	5	2,9	7	4,0
Total	35	20,1	139	79,9	174	100,0
Escolaridade						
Analfabeto/Prim. Incompleto	1	0,6	8	4,6	9	5,2
Primário completo	9	5,2	35	20,1	44	25,3
Secundário	4	2,3	17	9,8	21	12,1
Superior	2	1,1	3	1,7	5	2,9
Ignorada	19	10,9	76	43,7	95	54,6
Total	35	20,1	139	79,9	174	100,0
Condição de atividade						
Trabalhava ou estava de licença	3	1,7	73	42,0	76	43,7
Não trabalhava, mas procurava trabalho	1	0,6	16	9,2	17	9,8
Não trabalhava, não procurava trabalho	19	10,9	23	13,2	42	24,1
Ignorada	12	6,9	27	15,5	39	22,4
Total	35	20,1	139	79,9	174	100,0

Fonte: Elaborado a partir dos dados da Dirección de Estadísticas e Información de Salud – DEIS (Ministerio de Salud, Argentina).

¹ Um caso com sexo desconhecido foi excluído desta análise

Nota: todos os percentuais foram calculados sobre o total de casos analisados (174). Não são apresentadas as diferenças específicas entre sexos devido à predominância dos homens.

Ao analisar a posição do indivíduo na hora do acidente (segundo a CID-10) surgiu que a maioria dos casos foi ocupante de veículo (código V49.9: 60%), e que em segundo lugar situam-se pedestres que foram traumatizados por trens (código V05.1; 23,4%). Outro resultado que apareceu da análise foi a existência de uma grande diferença numérica entre os condutores e ocupantes de veículos e os pedestres (72,3% contra 27,7%, respectivamente). Quando

esses grupos foram analisados segundo sexo, não foi achada uma diferença significativa entre homens e mulheres.

Análise da mortalidade proporcional por AT

Quando foi analisada a Mortalidade Proporcional (MP) por AT no município de Lanús, constatou-se que estas representaram perto de 5 de cada 1.000 mortes. Embora houvesse diferentes valores entre os anos de estudo (entre 3,4 para 1999 e 7,6 para 2000) (Tabela 3), essa diferença não foi estatisticamente significativa.

Na comparação entre os MGBA, Lanús apresenta uma mortalidade proporcional por AT menor durante todo o período do estudo. Quando essa proporção foi analisada segundo ano, Lanús ficou sempre abaixo do coeficiente calculado para todos os municípios, mesmo que em alguns períodos a diferença não tenha sido significativa. De fato, apresentou uma Razão de Mortalidade Proporcional por AT de 0,6 (IC95% 0,51-0,69) quando relacionada com os outros MGBA em conjunto, para o período 1998-2004 (Tabela 3).

É importante esclarecer que no cálculo da MP nos PGBA (Tabela 3) foram incluídos os casos de Lanús, mas para o cálculo da RMP não, devido a que se quer mostrar três situações diferentes: a MP dos MGBA como uma unidade, a posição específica do Município de Lanús, e a sua situação em relação aos outros Municípios.

Tabela 3. Mortalidade Proporcional por AT por 1.000 óbitos (MP) e Razão de Mortalidade Proporcional (RMP), em Municípios do Gran Buenos Aires (MGBA) e Lanús, por ano e período de 1998 a 2004.

Ano/ Período	MP MGBA*	MP Lanús	RMP (IC95%)**
1998	9,9	4,7	0,5 (0,31-0,68)
1999	7,5	3,4	0,5 (0,29-0,72)
2000	9,6	7,6	0,8 (0,56-1,09)
2001	8,9	6,1	0,7 (0,47-0,97)
2002	7,8	5,2	0,7 (0,45-0,96)
2003	7,9	3,6	0,4 (0,28-0,70)
2004	6,8	4,5	0,7 (0,45-1,02)
1998-2004	8,3	5,0	0,6 (0,51-0,69)

*No cálculo foi incluído o Município de Lanús.

**Para o cálculo da RMP, não foi incluído o Município de Lanús dentro dos casos.

Fonte: Elaborado a partir dos dados da Dirección de Estadísticas e Información de Salud – DEIS (Ministerio de Salud, Argentina).

Análise do Risco

O coeficiente de mortalidade por AT em Lanús para o período estudado foi 5,5 óbitos por 100.000 habitantes, e 1,6 mortes por 10.000 veículos^{vi}. Comparados esses valores com os dos outros municípios do Gran Buenos Aires, Lanús ocupa o quinto lugar dentre os coeficientes mais baixos (dados não apresentados).

A maior frequência se apresentou na faixa etária dos 20 aos 29 anos, seguida pelo grupo de 60 a 69. É interessante observar que nos homens as maiores incidências são nos grupos mais velhos, acima de 70 anos (Tabela 4).

Ao calcular o risco relativo (RR) de morrer por AT entre os homens, observou-se que os grupos de 30-39, 50-59 e 70-79 apresentaram valores muito elevados (com Intervalos de Confiança muito amplos), devido aos poucos casos entre as mulheres. Os homens não apresentaram RR menor de 2,4 em nenhuma faixa etária.

Tabela 4. Coeficiente de mortalidade por AT por faixa etária e sexo, e Risco Relativo (RR) masculino segundo faixa etária. Lanús, 1998-2004.

Faixa etária	Coeficiente de Mortalidade			RR (IC 95%)
	Total	Masculino	Feminino	
0-19 anos	1,8	2,7	0,8	3,2 (1,1-9,2)
20-29 anos	9,1	13,4	4,7	2,9 (1,5-5,4)
30-39 anos	6,2	12,2	0,5	24,2 (6,3-93,7)
40-49 anos	5,1	8,1	2,4	3,1 (1,2-8,1)
50-59 anos	6,5	13,2	0,6	23,8 (6,1-92,8)
60-69 anos	8,5	12,7	5,3	2,4 (1,1-5,5)
70-79 anos	7,3	16,3	1,5	10,8 (3,3-35,3)
80 e mais	7,9	17,8	3,3	5,4 (1,2-23,2)
Total	5,5	9,4	2,1	4,4 (3,1-6,2)

Fonte: Elaborado a partir dos dados da Dirección de Estadísticas e Información de Salud – DEIS (Ministerio de Salud, Argentina) e do Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda – INDEC 2001.

A análise do Risco Relativo de morrer por AT segundo as variáveis consideradas neste estudo mostrou que homens entre 20 e 29 anos, pessoas com o primário completo, e indivíduos que no momento da morte trabalhavam, são os grupos que apresentaram os maiores riscos (Tabela 5).

Tabela 5. Risco Relativo (RR) dos óbitos por AT segundo sexo, idade, escolaridade e condição de atividade. Lanús, 1998-2004.

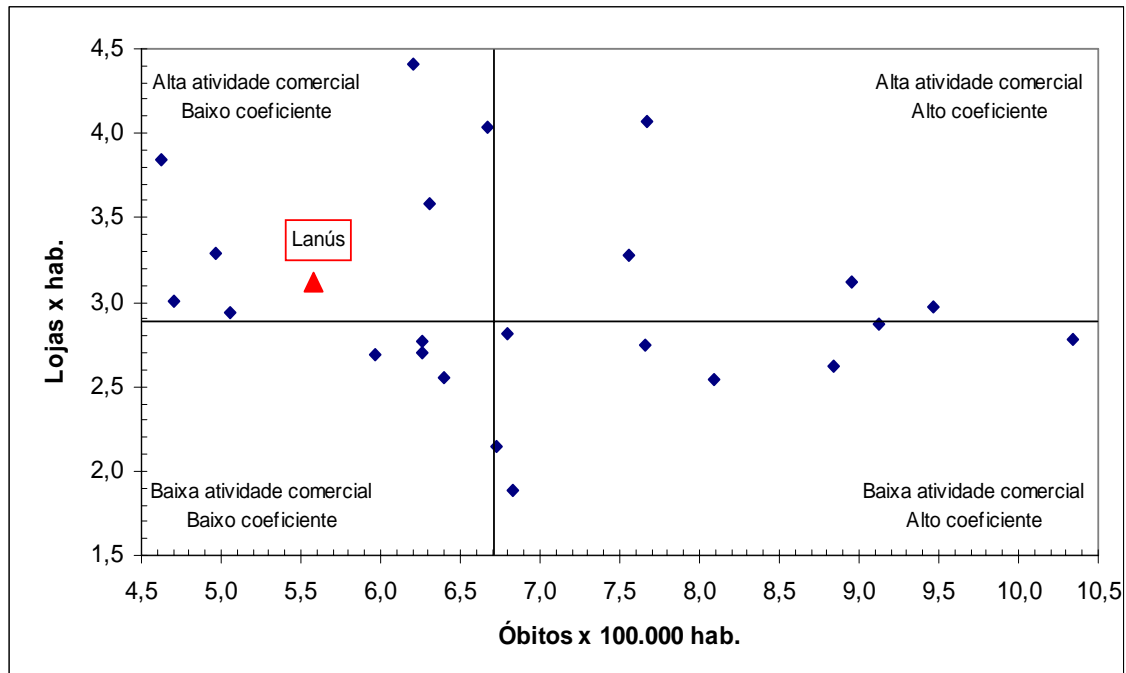
Variáveis	RR	IC95%
Sexo		
Feminino	1	-
Masculino	4,4	3,1-6,2
Idade		
0-19 anos	1	-
20-29 anos	5,1	3,1-8,3
30-39 anos	3,3	1,8-5,9
40-49 anos	2,9	1,5-5,3
50-59 anos	3,6	2,0-6,5
60-69 anos	4,8	2,7-8,4
70-79 anos	4,1	2,2-7,7
80 e mais	4,4	2,0-9,8
Escolaridade		
Terciário	1	-
Secundário	1,5	0,6-3,9
Primário completo	4,1	1,6-10,4
Analfabeto – Primário Incompleto	1,2	0,4-4,0
Condição de atividade		
Não trabalhava, mas procurava trabalho	1	-
Não trabalhava, não procurava trabalho	1,1	0,6-1,9
Trabalhava ou estava de licença	2,5	1,5-4,2

Fonte: Elaborado a partir dos dados da Dirección de Estadísticas e Información de Salud – DEIS (Ministerio de Salud, Argentina) e do Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda – INDEC 2001

Análise dos óbitos segundo atividade comercial do município

Dentre os 24 MGBA, o município de Lanús ocupa a oitava posição em termos de atividade comercial (medida pelo indicador “lojas por 100 habitantes”). Segundo a Figura 1, esse município pertence ao grupo de alta atividade comercial com baixo coeficiente de mortalidade por AT.

Figura 1. Relação entre atividade econômica e morte por AT. Lanús e Municípios do Gran Buenos Aires, 1998-2004.

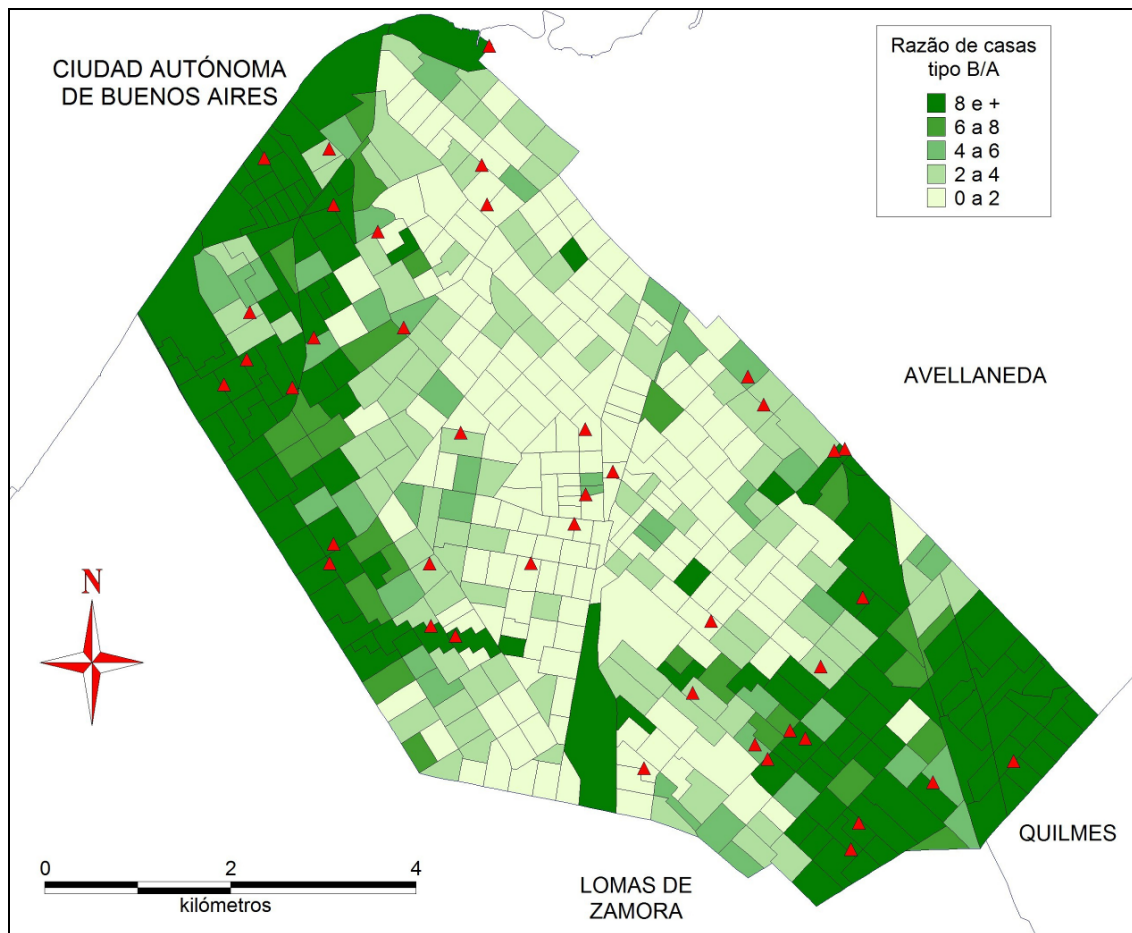


Fonte: elaboração própria a partir de dados de mortalidade (DEIS); dados populacionais do Censo de Población, Hogares y Viviendas 2001 (INDEC, 2007); dados de lojas por município (INDEC, 2005)

Análise espacial

Somente puderam ser georreferenciados 42 dos 174 óbitos de residentes no município de Lanús, entre 1998 e 2002 (32% dos casos) devido, principalmente, a problemas do endereço (ausência de registro, endereço não válido, endereço não encontrado). Na Figura 2 se pode apreciar a distribuição dos óbitos no município, localizados sobretudo no noroeste e no sudeste, áreas com piores condições socioeconômicas, identificadas pelo indicador utilizado (Casas tipo B / Casas tipo A).

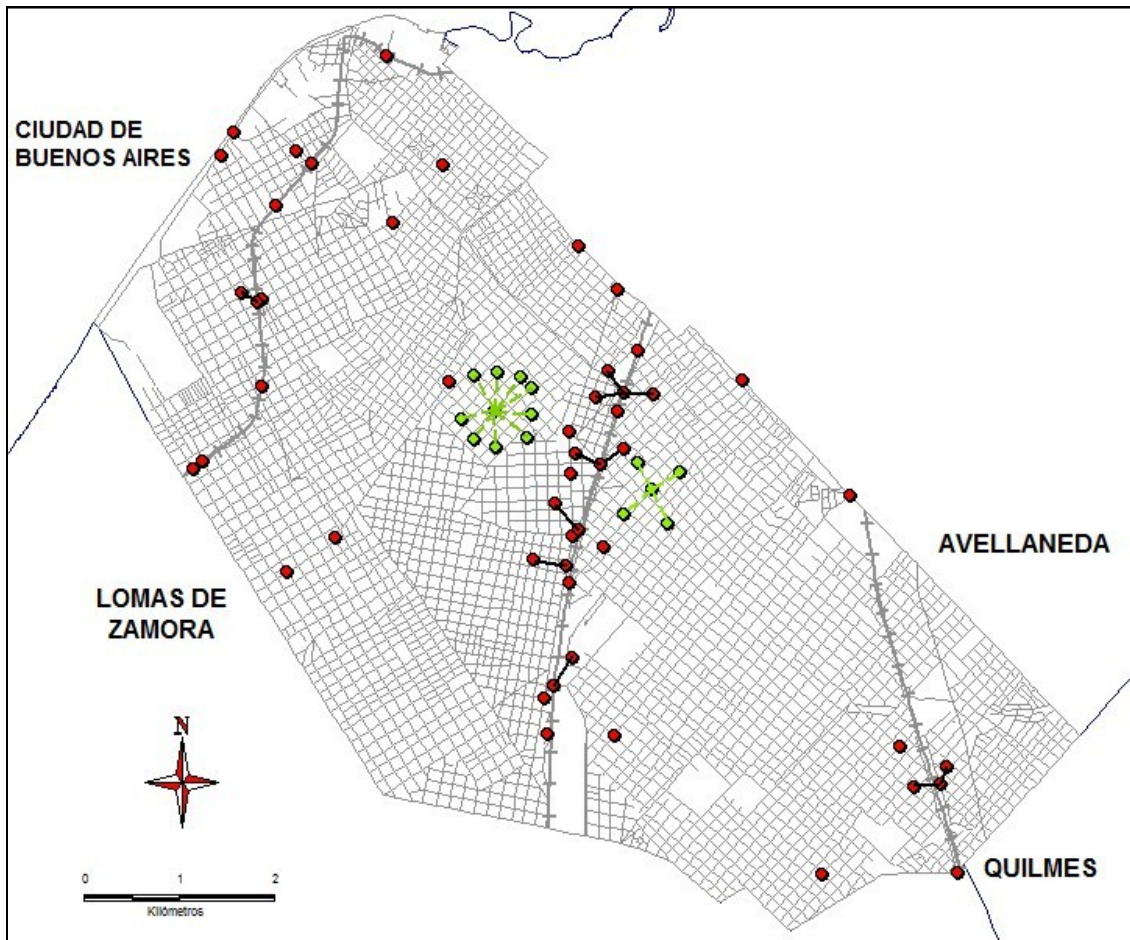
Figura 2. Georreferência dos óbitos por AT segundo local de residência e nível socioeconômico. Lanús, 1998-2002.



Fonte: Elaborado a partir dos dados de mortalidades (DEIS), dados populacionais do Censo de Población, Hogares y Viviendas 2001 (INDEC), e informação por setores censitários (GEOTARGET – MAPINFO).

A distribuição georreferenciada por local de ocorrência do óbito não identifica nenhum padrão. Lograram-se alocar 82 dos 94 casos ocorridos no município. Vinte e seis óbitos ocorreram em estabelecimentos assistenciais, identificados por pontos unidos com linhas. Geralmente os eventos têm relação com estradas de ferro que são atravessadas por ruas no mesmo nível, identificando-se seis passagens de nível com mais de um evento (Figura 3).

Figura 3. Georreferência dos óbitos por local de ocorrência. Lanús, 1998-2002.



Fonte: Elaborado a partir dos dados de mortalidades (DEIS), dados populacionais do Censo de Población, Hogares y Viviendas 2001 (INDEC), informação por setores censitários (GEOTARGET – MAPINFO).

Nota: em verde, casos de óbitos ocorridos em estabelecimentos assistenciais. Os pontos unidos com linhas correspondem ao mesmo estabelecimento assistencial. Devido a questões técnicas, alguns pontos não podem ser individualizados por estarem superpostos.

Discussão.

O perfil epidemiológico dos óbitos por Acidentes de Trânsito no município de Lanús é composto principalmente por homens entre 20 e 29 anos, indivíduos com nível educativo primário completo (ou secundário incompleta) e pessoas que trabalhavam, mais da metade deles eram ocupantes de veículo. Esse perfil condiz com aqueles presentes em regiões desenvolvidas (Peden et al, 2004), onde ocupantes de veículos jovens são aqueles que apresentam maior incidência de lesões por AT.

Mesmo que a codificação não permite diferenciar entre condutores e ocupantes dentro do grupo mais freqüente, pode-se dizer que existiriam dois perfis diferentes, com distintas condutas ou modos de se comportar na via pública: os condutores, ativos na hora do evento, e os ocupantes, com um comportamento passivo.

Lanús apresenta uma incidência ainda mais baixa que a de alguns países desenvolvidos, como os EUA, mas semelhante a da Inglaterra (Peden et al, 2004). Ela também é menor que a da Argentina que, para o quinquênio 2001-2005, tinha uma taxa específica de mortalidade por AT de 9,5 por cem mil habitantes (INDEC, 2006).

Neste estudo aparecem grupos com diferente risco de morrer por um AT, talvez indicando a presença de diferentes comportamentos, modos de vida ou formas de utilização da via pública. Em Lanús, os homens aparecem com um risco quase 3,5 vezes maior do que o das mulheres. Entre eles, os mais idosos apresentam as maiores incidências. Mesmo sem significância estatística, talvez pelo pequeno número de casos, pode-se observar que à maior educação corresponde menor risco. Mas é interessante apreciar como os analfabetos ou aqueles com escolaridade primária incompleta possuem risco baixo, quase igual ao daquelas pessoas com nível educativo superior, embora somente duas pessoas fossem menores de 13 anos, idade na qual se espera que a maioria das pessoas complete o nível primário. Esse padrão de maior vitimização de homens jovens pode resultar, como assinalam vários autores, da adoção de condutas perigosas ao dirigir e ao utilizar a rua, com resistência à utilização das

medidas de prevenção oferecidas (Begg et al, 1999; Andrade e Mello-Jorge, 2000; Marin e Queiroz, 2000; NCIPC, 2001; Marin-León e Vizzotto, 2003; Oliveira et al, 2008).

É interessante apreciar como a Mortalidade Proporcional devida aos AT é menor em todos os períodos estudados, quando comparada com a do conjunto dos Municípios do Gran Buenos Aires, demonstrando um perfil de região desenvolvida, com menor magnitude relativa de mortes por AT como componente da mortalidade geral.

A respeito da atividade comercial, o Município de Lanús aparentemente se comporta do mesmo jeito que os países desenvolvidos, apresentando alta atividade comercial e baixas taxas de óbitos.

Em acordo com outros achados na literatura, a georreferência mostrou que os AT atingem mais à população que mora em locais com piores condições socioeconômicas (Peden et al, 2004; Spinelli et al, 2005; Geldstein et al, 2006; Robertson, 2007). No entanto, mesmo sendo uma ferramenta útil para descrever perfis e grupos de risco, no nosso caso pode existir um viés nos resultados, devido a que muitos dos endereços não achados provavelmente pertençam a “villas” (favelas), subestimando a relação encontrada. A análise por local de ocorrência aponta uma importante relação entre a estrada do ferro e os óbitos por AT em Lanús, talvez devido à falta de infra-estrutura necessária (túneis, pontes) que obrigam os pedestres e veículos a atravessá-las no mesmo nível, dependendo somente de barreiras. Outra questão relativa à georreferência é que o local do evento, muito importante na análise dos óbitos por AT, às vezes não coincide com o local de ocorrência do óbito, visto que algumas vítimas morrem, por exemplo, no hospital. Isso dificulta as análises e mostra a necessidade de maior detalhamento nos sistemas de informação de saúde vigentes.

O perfil descrito pode dever-se também a uma diferente utilização da estrada: como espaço para lazer, deslocamento e transporte de pessoas ou bens, ou como local de trabalho. As ruas menos transitadas são utilizadas geralmente por crianças para brincar ou passear; as pessoas com menor nível socioeconômico vão andando, de bicicleta ou de ônibus ao trabalho, e aqueles

com melhor posição socioeconômica utilizam carros próprios, principalmente os que moram em condomínios fora dos grandes centros urbanos e trabalham nas cidades, situação que se tornou comum em áreas metropolitanas da Argentina; municípios com alta atividade econômica possuem grande quantidade de veículos transportando mercadorias; muitos indivíduos comerciam suas mercancias ocupando grande parte da calçada e obrigando aos pedestres irem para a rua. Também pode existir uma relação com a distancia recorrida ao local de trabalho: talvez, aqueles com nível primário ou secundário morem longe do trabalho, ou aqueles com nível terciário possuam melhores condições para viajar, ou aqueles com nível educativo muito baixo estejam longe das ruas muito transitadas, devido aos lugares onde moram. Outro tema é o respeito e a observação das leis de trânsito por parte dos usuários, e a disposição das autoridades de controlar o seu cumprimento. Mesmo sendo incompleta, essa relação mostra as múltiplas e diferentes possibilidades que apresentam as pessoas de terem contato com o trânsito. Evidentemente, todas essas questões enunciadas anteriormente forçam à realização de estudos mais profundos (de tipo quali – quantitativo) para avaliar estas questões.

Deve-se lembrar que o presente artigo foi realizado com dados secundários que não permitem a análise de muitas das variáveis presentes no banco, devido à quantidade de registros incompletos que possuem. Além do mais, é conhecida a especial sub-notificação e sub-registro de óbitos por AT, principalmente em países em desenvolvimento, devido ao mau registro dessa causa básica para aqueles que morreram 30 dias ou mais após o acidente, ou também à ausência de preenchimento da circunstância da causa externa de morte (Hijar-Medina et al, 1997; Andrade e Mello-Jorge, 2001; Barros et al, 2003; Macías, 2004; Peden e Toroyan, 2005; Oliveira et al, 2008). Contudo, os dados secundários têm a vantagem de serem disponíveis com facilidade, permitindo trabalhar com rapidez em análises de situação, utilizando combinações de diferentes técnicas como a georreferência, análise com dados econômicos e comparação com outros municípios, como neste trabalho.

Esta pesquisa analisou só os acidentes de trânsito, enquanto a maioria das publicações sobre o tema trabalha com acidentes de transporte.

Acreditamos que essa particularidade permite planejar e dirigir ações mais específicas para estes eventos.

Assinala-se o número de quilômetros rodados por pessoa como melhor denominador para calcular o risco. Entretanto, essa medida não é registrada na Argentina. Os denominadores utilizados para calcular os indicadores neste trabalho apresentam algumas limitações teóricas tendo em vista que: nem todos os veículos cadastrados circulam constantemente, alguns estão fora de circulação, há veículos não cadastrados circulando, e a exposição da população residente não é constante. Essas questões, no entanto, não invalidam os resultados deste trabalho, cujos achados parecem se aproximar à realidade (Robertson, 2007; Oliveira et al, 2008).

Por último, devem-se salientar os problemas analíticos advindos das pequenas quantidades de óbitos. Achamos que a combinação de técnicas aqui utilizadas compensaria ou ajudaria a diminuir os erros ocasionados por essa situação. Por exemplo, os óbitos relacionados à estrada de ferro são poucos, mas aparecem de forma clara na análise espacial, permitindo intervir de forma mais dirigida.

Essas limitações devem servir como estímulos para a melhoria do registro destes eventos. No entanto, os achados do presente artigo fornecem informação suficiente para desencadear ações relativas aos AT que, por sua vez, provocarão novas pesquisas tendentes a gerar mais e melhores dados sobre o tema.

Conclusões

Todas as análises realizadas neste trabalho apontam que o Município de Lanús apresenta um perfil de mortalidade por Acidentes de Trânsito semelhante ao dos países desenvolvidos. Mas os achados deveriam-se relativizar diante das limitações presentes no banco de dados.

Mesmo que seja um panorama positivo, com o conhecimento obtido se poderá trabalhar em diminuir mais ainda esses valores presentes no nível local, melhorando as questões de infra-estrutura, acrescentando controles nas ruas, e tentando obter maiores informações sobre esses grupos envolvidos nessa “nova” epidemia para obter maior sucesso nas ações preventivas.

A combinação de técnicas se apresenta como uma alternativa interessante quando se deve trabalhar com dados secundários, em pequenas áreas e com números também pequenos, ajudando a diminuir suas limitações. Esse modelo de análise, cada vez mais acessível, pode ser aplicado em outros municípios, devido à disponibilidade de dados ao nível local. No caso dos AT, a utilização de análise espacial significa a possibilidade de interpretar os achados com outro olhar, fundamental na hora da prevenção destes eventos.

Esta pesquisa aporta conhecimento sobre os problemas ligados aos AT no nível local. De forma clara, a multiplicidade de situações, contextos e características em relação ao trânsito (situação socioeconômica do local de residência, atividade econômica, características individuais como idade, sexo, atividade e educação; local de ocorrência, utilização do espaço, infra-estrutura, cumprimento das leis, e muitas outras) indicam a necessidade de contar com estudos que abranjam e atinjam as diversas dimensões que evidentemente estão contidas na análise das lesões produzidas pelo trânsito, abordando o problema desde outros enfoques metodológicos.

Referências Bibliográficas.

- Andrade SMd e Mello-Jorge MHPd (2000) Características das vítimas por acidentes de transportes terrestre em município da Região Sul do Brasil. *Revista de Saúde Pública*, 34(2): 149-156.
- Andrade SMd e Mello-Jorge MHPd (2001) Acidentes de transporte terrestre em cidade da Região Sul do Brasil: avaliação da cobertura e qualidade dos dados. *Cadernos de Saúde Pública*, 17(6): 1449-1456.
- Baker SP, O'Neill B e Karpf RS (1984) *The Injury Fact Book*. Lexington: Lexington Books.
- Bangdiwala SI, Anzola-Pérez E, Glizer M, Romer CJ e Holder Y (1991) Método epidemiológico estruturado para planejar la prevención de los accidentes de tránsito. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, 111(2): 186-189.
- Barros AJD, Amaral RL, Oliveira MSB, Lima SC e Gonçalves EV (2003) Acidentes de trânsito com vítimas: sub-registro, caracterização e letalidade. *Cadernos de Saúde Pública*, 19(4): 979-986.
- Begg DJ, Langley JD e Williams SM (1999) A longitudinal study of lifestyle factors as predictors of injuries and crashes among young adults. *Accident Analysis and Prevention*, 31(1): 1-11.
- Corso P, Finkelstein E, Miller T, Fiebelkorn I e Zaloshnja E (2006) Incidence and lifetime costs of injuries in the United States. *Injury Prevention*, 12(4): 212-218.
- Davis RM e Pless B (2001) BMJ bans "accidents". Accidents are not unpredictable. *British Medical Journal*, 322: 1320-1321.
- DNRPA (2008) *Boletines Estadísticos DNRPA*. Dirección Nacional de los Registros Nacionales de la Propiedad del Automotor y Créditos Prendarios. Disponível online em: <http://www.dnrpa.gov.ar/> (último acesso: 29/09/2008)
- Dora C (1999) A different route to health: implications of transport policies. *British Medical Journal*, 318: 1686-1689.
- Ferrando J, Rodríguez-Sanz M, Borrell C, Martínez V e Plasència A (2005) Individual and contextual effects in injury morbidity in Barcelona (Spain). *Accident Analysis and Prevention*, 37(1): 85-92.
- Geldstein RN, Bertoncello R, Peterlini C e Thomas C (2006) *Aspectos demográficos y sociales de los accidentes de tránsito en áreas seleccionadas de la argentina. Diagnóstico y aportes para el diseño de políticas y programas de prevención*. Buenos Aires: Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación. Disponível online em: http://www.msal.gov.ar/htm/site/salud_investiga/pdf/libros/2006/Geldstein-Bertoncello.pdf (último acesso: 15/09/2007)
- Hijar-Medina MC, López-López MV, Flores-Aldana M e Anaya R (1997) Aspectos metodológicos de la medición en el sitio de ocurrencia de lesiones por accidentes de tránsito. *Revista de Saúde Pública*, 31(1): 100-104.

- Horswill MS e Helman S (2003) A behavioral comparison between motorcyclists and a matched group of non-motorcycling car drivers: factors influencing accident risk. *Accident Analysis and Prevention*, 35(4): 589-597.
- INDEC (1998) *Situación y Evolución Social*. Série: Síntesis N°4. Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- INDEC (1999) Municipio, localidad y departamento: tres conceptos que suelen confundirse. *Municipium*, 3: 1-10. Disponível online em: <http://www.indec.mecon.ar/proyectos/prinem/municipium/municipium03.pdf> (último acesso: 11/12/2008)
- INDEC (2003) *¿Qué es el Gran Buenos Aires?* Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadística y Censos. Disponível online em: <http://www.indec.gov.ar/nuevaweb/cuadros/1/folleto%20gba.pdf> (último acesso: 21/11/2007)
- INDEC (2005a) *Censo Nacional Económico. Información general*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadística y Censos. Disponível online em: <http://www.indec.gov.ar/economico2005/objetivos.asp> (último acesso: 27/11/2008)
- INDEC (2005b) *Censo Nacional Económico. Primeros resultados por provincia. Cuadro 1.1: Locales listados según partido (Buenos Aires)*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadística y Censos. Disponível online em: <http://www.indec.gov.ar/economico2005/Datos/06C11.xls> (último acesso: 17/06/2008)
- INDEC (2006) *Muertos y heridos en accidentes de tránsito automotor por provincia. Total del país. Años 2001-2005*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadística y Censos. Disponível online em: <http://www.indec.gov.ar/nuevaweb/cuadros/8/z030604.xls> (último acesso: 31/08/2008)
- INDEC (2007) *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001*. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Disponível online em: <http://www.indec.gov.ar/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2001ARG&MAIN=WebServerMain.inl> (último acesso: 28 de agosto de 2008)
- Macías GR (2004) *Análisis de las personas involucradas en accidentes de tránsito, que requirieron atención médica por el Sistema Público de Salud del Partido de Tres de Febrero (Provincia de Buenos Aires), entre febrero de 1998 y abril de 2000*. Tese de Mestrado. Maestría en Epidemiología, Gestión y Políticas de Salud, Universidad Nacional de Lanús: Lanús (Argentina). 124 p.
- MacKenzie E (2000) Epidemiology of injuries: current trends and future challenges. *Epidemiologic Reviews*, 22(1): 112-119.
- Marin-León L e Vizzotto MM (2003) Comportamentos no trânsito: um estudo epidemiológico com estudantes universitários. *Cadernos de Saúde Pública*, 19(2): 515-523.
- Marin L e Queiroz MS (2000) A atualidade dos acidentes de trânsito na era da velocidade: uma visão geral. *Cadernos de Saúde Pública*, 16(1): 7-21.

- Martin S (2001) Injuries claim lives of many more boys than girls. *Canadian Medical Association Journal*, 164(13): 1883.
- Mock C (2004) Strengthening the prevention and care of injuries worldwide. *Lancet*, 363(June 24): 2172–2179.
- Mohan D (2008) Traffic safety and city structure: lessons for the future. *Salud Pública de México*, 50(Supl. 1): s93-s100.
- MSA (2006) *Estadísticas Vitales - Información Básica Año 2005*. Serie 5, Nro. 49. Buenos Aires: Ministerio de Salud y Ambiente. Disponível online em: <http://www.deis.gov.ar/publicaciones/archivos/Serie5Nro49.pdf> (último acesso: 15/10/2007)
- NCIPC (2001) *Injury Fact Book 2001 - 2002*. Atlanta, GA: National Center for Injury Prevention and Control - Centers for Disease Control and Prevention.
- Noland RB e Quddus MA (2004) A spatially disaggregate analysis of road casualties in England. *Accident Analysis and Prevention*, 36(6): 973-984.
- Oliveira ZCd, Mota ELA e Costa MdCN (2008) Evolução dos acidentes de trânsito em um grande centro urbano, 1991-2000. *Cadernos de Saúde Pública*, 24(2): 364-372.
- OMS (1997) *Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde - 10a Revisão. CID-10*. São Paulo: EDUSP.
- OMS (2003) *Informe sobre la salud en el mundo 2003: Forjando el Futuro*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. Disponível online em: http://www.who.int/entity/whr/2003/en/whr03_es.pdf (último acesso: 30/10/2007)
- OPS (1993) *Prevención de accidentes y lesiones*. Série: Serie Paltex nro. 29. Washington: Organización Panamericana de la Salud.
- Peden M, Scurfield R, Sleet D, Mohan D, Hyder A, Jarawan E e Mathers C (2004) *Informe Mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito*. Publicación Científica y Técnica Nro. 599. Washington: Organización Panamericana de la Salud. Disponível online em: <http://whqlibdoc.who.int/paho/2004/927531599X.pdf> (último acesso: 28/10/2006)
- Peden M e Toroyan T (2005) Counting Road Traffic Deaths and Injuries: poor data should not detract from doing something! *Annals of Emergency Medicine*, 46(2): 158-160.
- RoadPeace (2004) *World's first road death*. London: RoadPeace, The United Kingdom's national charity for road crash victims. Disponível online em: <http://www.roadpeace.org/articles/worldfir.html> (último acesso: 26/10/2006)
- Robertson LS (2007) *Injury epidemiology: research and control strategies*. 3rd. edition. New York: Oxford University Press.
- Ruiz Ramos M, Blanes Lloréns A e Vicianá Fernández F (1997) La mortalidad en jóvenes y su impacto sobre la evolución de la esperanza de vida. Andalucía, 1980-1992. *Revista Española de Salud Pública*, 71(2): 139-148.

- Scalassara MB, de Souza RK e Soares DF (1998) Características da mortalidade por acidentes de trânsito em localidades da região Sul do Brasil. *Revista de Saúde Pública*, 32(2): 125-132.
- Shaw M (2002) The accidental epidemiologist: losing the way or following social-epidemiological leads? *International Journal of Epidemiology*, 31(3): 523-526.
- Silvi J (2004) Defunciones por Accidentes de Tránsito en países seleccionados de las Américas, 1985-2001. *Boletín Epidemiológico / OPS*, 25(1): 2-5.
- Spinelli HG, Alazraqui M, Macías GR, Zunino MG e Nadalich JC (2005) *Muertes Violentas en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Una mirada desde el sector salud*. Série: Publicación nro. 60. Buenos Aires: Organización Panamericana de la Salud, Representación Argentina.
- Tapia Granados JA (1998) La reducción del tráfico de automóviles: una política urgente de promoción de la salud. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 3(3): 137-151.
- UN (2003) *Crisis de seguridad vial en el mundo. Informe del Secretario General*. A/58/228: 1-13. Washington DC: United Nations.
- UNICEF (2001) *A league table of child deaths by injury in rich nations. Innocenti Report Card No.2*. Florence: United Nations International Children's Emergency Fund (UNICEF), Innocenti Research Centre.
- van Beek EF, Borsboom GJJ e Mackenbach JP (2000) Economic development and traffic accident mortality in the industrialized world, 1962-1990. *International Journal of Epidemiology*, 29(3): 503-509.
- Vlahov D, Gible E, Freudenberg N e Galea S (2004) Cities and Health: History, Approaches, and Key Questions. *Academic Medicine*, 79(12): 1133-1138.
- WHO (2000) *Injury: a leading cause of the Global Burden of Disease*. Geneva: World Health Organization. Disponível online em: http://www.who.int/violence_injury_prevention/index.html (último acesso: 28/10/2006)
- WHO (2002) *The Injury Chart Book. A graphical overview of the global burden of injuries*. Geneva: World Health Organization.
- WHO (2006) *Health effects and risks of transport systems: the HEARTS project*. Copenhagen: World Health Organization Regional Office for Europe.
- WHO (2008) *World report on child injury prevention*. Em Peden M (Ed.). Geneve: World Health Organization. Disponível online em: http://whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789241563574_eng.pdf (último acesso: 10/12/2008)

ⁱ Os códigos da CID-10 são: V011, V021, V031, V041, V051, V061, V092-93, V104-105, V109, V114-115, V119, V124-125, V129, V134-135, V139, V144-145, V149, V154-155, V159, V164-165, V169, V174-175, V179, V184-185, V189, V194-196, V199, V204-205, V209, V214-215, V219, V224-225, V229, V234-235, V239, V244-245, V249, V254-255, V259, V264-265, V269,

V274-275, V279, V284-285, V289, V294-296, V299, V305-307, V309, V315-317, V319, V325-327, V329, V335-337, V339, V345-347, V349, V355-357, V359, V365-367, V369, V375-377, V379, V385-387, V389, V394-396, V399, V405-407, V409, V415-417, V419, V425-427, V429, V435-437, V439, V445-447, V449, V455-457, V459, V465-467, V469, V475-477, V479, V485-487, V489, V494-496, V499, V505-507, V509, V515-517, V519, V525-527, V529, V535-537, V539, V545-547, V549, V555-557, V559, V565-567, V569, V575-577, V579, V585-587, V589, V594-596, V599, V605-607, V609, V615-617, V619, V625-627, V629, V635-637, V639, V645-647, V649, V655-657, V659, V665-667, V669, V675-677, V679, V685-687, V689, V694-696, V699, V705-707, V709, V715-717, V719, V725-727, V729, V735-737, V739, V745-747, V749, V755-757, V759, V765-767, V769, V775-777, V779, V785-787, V789, V794-796, V799, V811, V821, V829, V830-833, V840-843, V850-853, V860-864, V870-879, V892-893.

ⁱⁱ Eles são: Almirante Brown, Avellaneda, Berazategui, Esteban Echeverría, Ezeiza, Florencio Varela, General San Martín, Hurlingham, Ituzaingo, José C. Paz, La Matanza, Lanús, Lomas de Zamora, Malvinas Argentinas, Merlo, Moreno, Morón, Quilmes, San Fernando, San Isidro, San Miguel, Tigre, Tres de Febrero e Vicente López

ⁱⁱⁱ Mesmo conhecendo as consequências das políticas neoliberais a final dos '90 e a crise econômica na Argentina em dezembro de 2001, decidiu-se à eleição dos dados do período 2004-2005 pela ausência de informação desagregada por município disponível e de acesso público para 1998-2004, e também porque esses dados são os mais próximos ao período de estudo (o censo econômico anterior aconteceu no ano 1994).

^{vi} Este coeficiente não indica estritamente um risco, desde que não tem como referência uma população exposta. No entanto, é empregado de forma habitual na descrição epidemiológica dos AT sob esta denominação ("Indicadores de risco"), visto que o número de veículos é utilizado como uma *proxy* de "indivíduos circulando". É nesse sentido que é usado neste trabalho.

Seção 2. Análise dos acidentes de trânsito na Argentina, 2000-2002, mediante técnica de níveis múltiplos.

2-1. Apresentação do artigo

O objetivo do seguinte trabalho é estudar as relações de diversos fatores que pertencem a diferentes níveis de agregação na sua produção (individual, departamental e provincial) com a produção de mortes por Acidentes de Trânsito, mediante a utilização de um modelo de regressão de níveis múltiplos para a sua análise, sob a hipótese de que processos de diferentes níveis de agregação são determinantes das mortes por AT na Argentina.

Para isso tomaram-se dados de mortalidade por municípios e se analisaram respeito de variáveis contextuais de dois níveis diferentes: se estudou o nível de instrução nos municípios e a atividade comercial provincial.

A respeito da técnica utilizada, a análise multinível, esta se apresenta como uma das ferramentas mais úteis na análise dos sistemas com vários níveis na sua conformação, como é a sociedade. Os também chamados de "modelos de efeitos aleatórios", de "coeficientes aleatórios" ou "modelos mistos" oferecem a possibilidade de analisar, de forma simultânea, os diferentes níveis de estudo, e, ao mesmo tempo, conservar a hierarquia estabelecida do objeto. Pode ser definida como uma técnica de investigação simultânea dos efeitos de variáveis grupais/agregadas e individuais sobre desfechos a nível individual. É uma abordagem que explica a variação na variável dependente de um nível como uma função de variáveis definidas em vários níveis, mais as interações intra e inter níveis. Algumas vantagens que apresenta o método são:

- Possibilita o estudo dos efeitos de determinantes "macro" (ecológicos, grupais, geográficos) sobre a saúde dos indivíduos.
- Possibilita pesquisar se a relação entre duas variáveis do nível individual varia em função de características grupais.
- Leva em conta a "não-independência" das observações dentro dos grupos (correlação residual).

- Podem ser avaliadas as variações entre indivíduos e entre grupos, assim como também as contribuições específicas das variáveis do nível individual e grupal a essas variações.
- Permite determinar a porcentagem da variabilidade no nível individual e grupal que pode ser atribuída a fatores individuais ou grupais

Mas esta técnica também apresenta desvantagens, algumas das quais são:

- É uma análise tecnicamente complicada.
- Às vezes, os resultados são de difícil interpretação.
- É passível de erros por medições em diferentes níveis.
- Algumas variáveis grupais e o tempo de exposição podem ser de difícil mensuração.
- Pode ter importantes limitações, devido à qualidade dos dados secundários atualmente disponíveis.

Como toda técnica, deve ser considerada uma ferramenta para investigar modelos mais reais e sofisticados de determinação de doenças. Assim, a análise multinível se apresenta como uma possível ponte entre dois paradigmas epidemiológicos divergentes: a epidemiologia dos fatores de risco individuais e as abordagens ecológicas¹.

Não se conhecem na literatura estudos sobre Acidentes de Trânsito utilizando técnica de níveis múltiplos baseados em dados da Argentina.

¹ Fontes:

- Blakely TA, Woodward AJ (2000) Ecological effects in multi-level studies. *Journal of Epidemiology & Community Health*; 54 (5), 367-74.

- Diez Roux AV (2004b) The Study of Group-Level Factors in Epidemiology: Rethinking Variables, Study Designs, and Analytical Approaches. *Epidemiologic Reviews*; 26, 104-11.

- Luppi I, Boggio G (2006) Los modelos de niveles múltiples: una estrategia analítica para el estudio de los problemas de salud de la población. *Revista Brasileira de Epidemiologia*; 9 (1), 42-55.

- Pickett KE, Pearl M (2001) Multilevel analyses of neighborhood socioeconomic context and health outcomes: a critical review. *Journal of Epidemiology & Community Health*; 55 (2), 111-22.

2-2. Artigo 2: Análise dos acidentes de trânsito na Argentina, 2000-2002, mediante técnica de níveis múltiplos.

Resumo

Objetivo: investigar características contextuais na produção de óbitos por AT na República Argentina entre os anos 2000 e 2002, utilizando um modelo de regressão de níveis múltiplos.

Material e Métodos: foram analisadas variáveis de 3 níveis de agregação: individual, departamental e provincial. Foram utilizados dados oficiais de mortalidade. Selecionaram-se registros classificados como mortes por AT segundo a CID-10. A análise foi realizada segundo o departamento ou Município de residência do óbito. No nível individual foram estudadas sexo e idade. No nível departamental estudou-se o nível educativo como *proxy* de nível socioeconômico. No nível provincial se analisou a atividade econômica provincial através do Produto Bruto Geográfico. Foi ajustado um modelo de regressão multinível de Poisson de 3 níveis, mediante um modelo específico de unidades com erros padrão robustos.

Resultados: Para educação, o risco é 1,12 vezes mais com cada unidade de aumento na porcentagem de pessoas maiores de 20 anos com estudos secundários incompletos ou inferiores. Os homens apresentam um risco 2,5 vezes maior do que as mulheres; e entre os grupos etários considerados, o risco de morrer por AT vai desde 4,1 a 5,2 na medida em que a idade aumenta. Detectou-se a presença de interação estatisticamente significativa entre a atividade comercial provincial (PBG) e o nível educativo nos departamentos. Os achados indicam que nos departamentos das províncias com maior PBG, quanto menor é o nível educativo, maior taxa de mortalidade por AT.

Conclusões: Este estudo mostra, pela primeira vez na Argentina, que os fatores contextuais influem na produção e distribuição das mortes por AT. É importante o descobrimento e a descrição dessas interações entre os diferentes níveis da estrutura hierárquica, porque cada vez é mais clara a necessidade de intervenções em múltiplos níveis. Seria interessante começar a planejar desde abordagens multidisciplinares com informações dos diferentes níveis.

Abstract

Main objective: to investigate contextual characteristics in the production of TA deaths in Argentina between 2000 and 2002, using a multilevel regression model.

Design and Methods: there were analyzed variables in 3 levels of aggregation: individual, departmental and provincial. Official mortality data was used. Records classified as deaths due to TA in the ICD-10 were selected. The analysis was performed according to the place of residence of the victims. At the individual level, sex and age were studied. At departmental level, the educational level was analyzed as proxy for socioeconomic status. At provincial level, economic activity is considered, through the provincial Gross Geographic Product (GGP). It was adjusted a model of Poisson multilevel regression with 3 levels, using a specific model with robust standard errors units.

Main Results: the risk is 1.12 times more for each unit increase in the percentage of people older than 20 years with incomplete secondary education or less. Men have a risk 2.5 times higher, and the risk of dying by TA ranges from 4.1 to 5.2 as age increases. The presence of statistically significant interaction between the provincial business (GGP) and educational level in the departments was detected. The findings indicate that in the provinces with larger GGP, with lower departmental educational level, the TA mortality rate is higher.

Conclusions: This study shows, for the first time in Argentina, that contextual factors influence the production and distribution of deaths by TA. The discovery and description of these interactions between different levels of hierarchical structure is imperative, because the need for interventions at multiple levels appears clear. It would be interesting to start planning from multidisciplinary approaches with different levels of information.

Introdução

Descrita pela OMS como epidemia, devido à intensidade e frequência dos seus efeitos, a mortalidade por Acidentes de Trânsito (AT) cobra no mundo 1,2 milhões de vítimas por ano, estimando-se que aproximadamente 50 milhões acabam com lesões de diverso grau por estes eventos (Peden et al, 2004).

Na Argentina, segundo dados da Direção de Estatísticas e Informação em Saúde do Ministério da Saúde da Nação (DEIS), os óbitos por AT passaram de 3.288, em 1997, para 4.063, em 2006, com algumas oscilações na tendência (DEIS, 2008). Contudo, diferentes ONGs que se ocupam do tema consideram estas cifras oficiais subestimadas, dado que essas organizações utilizam para seu cálculo certos fatores de multiplicação supostamente consensuados pelos organismos internacionaisⁱ, resultando sempre em cifras mais elevadas (EC-T, 2006; Luchemos por la Vida, 2008).

Sem considerar as invaloráveis conseqüências sociais que ocasionam, um relatório de outra ONG indica (mediante cálculos conservadores) que para o ano 2007 os AT geravam um custo que alcançava o 1,7% do PIB nacional (em torno de seis mil milhões de dólares) (ISEV, 2008). Fica claro que conseguir a redução dos níveis de morbimortalidade por AT deve ser uma prioridade nacional e internacional.

As causas atribuídas à gênese dos AT são geralmente uma combinação de múltiplos fatores. Existem estudos onde são utilizadas características individuais como a idade, sexo, emprego, renda individual, consumo de álcool, educação e aspectos psicológicos e condutuais (Begg et al, 1999; Andrade e Mello-Jorge, 2000; Sümer, 2003; Borrell et al, 2005; Oliveira et al, 2008); outros analisam a frequência de AT segundo características do entorno, como a configuração do fluxo de trânsito, características da rede viária, e outras particularidades (Greibe, 2003; Noland e Quddus, 2004; Bhalla et al, 2007); como também encontram-se autores que analisam a relação existente entre os AT e variáveis macroeconômicas, como PIB, ingresso per cápita, diversos índices de desenvolvimento econômico, e outros indicadores (van Beeck et al, 2000; Kopits e Cropper, 2005)ⁱⁱ.

Geralmente, os resultados destas pesquisas assinalam os homens jovens com piores condições socioeconômicas como aqueles com maior risco de morrer e sofrer lesões por AT. Também o número de veículos, tipo de urbanização (rural – urbana) e a atividade socioeconômica relativa às unidades geopolíticas onde habitam estes grupos são também relacionados com maiores frequências (van Beeck et al, 2000; Borrell et al, 2002; Noland e Quddus, 2004; Ferrando et al, 2005; van Oort et al, 2005). Isto é, se relacionam os AT com dimensões mensuradas a diferentes níveis de agregação (individual, local, geral).

Desse modo, mesmo que cada vez mais os AT sejam considerados como eventos multidimensionais, as pesquisas que combinam variáveis que dão conta dos diversos níveis de agregação nomeados anteriormente não são freqüentes. Com efeito, a utilização de técnicas que combinam múltiplos níveis de análise ("*multilevel analysis*" - ML) vem crescendo rapidamente; contudo, são poucos os trabalhos que utilizam estes métodos para analisar os AT. Assim, reconhecendo a presença de níveis hierárquicos nos fatores classicamente descritos e anteriormente mencionados, alguns pesquisadores têm começado a estudar estes eventos utilizando ao mesmo tempo variáveis de diferentes níveis de agregação, em uma tentativa de aproximar-se a uma descrição mais real da determinação dos AT. Uma revisão bibliográficaⁱⁱⁱ encontrou só 10 artigos que utilizavam esta técnica de modelagem. Um grupo de pesquisadores espanhóis realizou dois estudos: o primeiro sobre morbidade (Borrell et al, 2002) e o segundo sobre mortalidade (Ferrando et al, 2005) por causas externas, especificando os AT, procurando analisar a influência de variáveis contextuais (especificamente, características socioeconômicas). Outros (Lenguerrand et al, 2006; Kim et al, 2007) estudaram os acidentes em si, utilizando variáveis que assinalavam particularidades do veículo, da via e do ambiente. Jones, em duas oportunidades (Jones e Jørgensen, 2003; Jones et al, 2008) estudou o tema da unidade geográfica e suas características. Em 2005, Nelson et al., através de um estudo longitudinal com medições repetidas (outra das aplicações dos estudos ML) analisaram os efeitos sobre os AT da adesão a um programa universitário para diminuir o consumo de álcool (Nelson et al, 2005). Vanlaar

demonstrou a possibilidade de cometer erros no estudo desses eventos, caso não sejam reconhecidos os níveis hierárquicos de determinação que naturalmente possuem. Isto foi realizado utilizando os dados de dois estudos observacionais (um deles acerca do uso do cinto de segurança, e outro sobre condução e álcool) e logo comparando esses resultados com os achados resultantes de uma análise com técnica ML (Vanlaar, 2005). Em 2007 Yannis e col. estudaram os efeitos da aplicação do controle policial sobre o álcool e seu efeito nos AT (Yannis et al, 2007). Por último, na Austrália, Newnam et al. exploraram as influências das percepções que condutores profissionais tinham acerca dos valores de segurança que possuíam seus superiores na empresa (de diferentes níveis hierárquicos), sobre os AT sofridos por esses motoristas por ocasião do trabalho (Newnam et al, 2008).

Talvez o estudo mais importante sobre acidentes de trânsito na Argentina (na hora de tratar dados de diferentes dimensões) seja o estudo multicêntrico publicado por Geldstein e col. (2006), sobre os aspectos sociodemográficos nas principais áreas urbanas do país. Contudo, no momento da elaboração do presente trabalho, não se achou publicada nenhuma pesquisa utilizando a técnica de ML que trate sobre os acidentes de trânsito na Argentina.

O objetivo deste trabalho é analisar os AT desde uma perspectiva abrangente, procurando a relação de variáveis de diferentes níveis de agregação na sua produção (individual, departamental e provincial), utilizando um modelo de regressão de níveis múltiplos para a sua análise, sob a hipótese de que processos de diferente nível de agregação são determinantes das mortes por AT na Argentina.

Materiais e Métodos

Foi realizado um estudo para analisar a influência de diversos fatores sobre a produção de óbitos por Acidente de Trânsito na República Argentina entre os anos 2000 e 2002, analisando variáveis de 3 níveis de agregação:

individual, departamental e provincial^{iv}. Foi analisado este período devido a quatro razões fundamentais:

1. os dados censitários e os dados de nível provincial foram obtidos pelos organismos oficiais em 2001 (centro do triênio);
2. os indicadores sociais e econômicos utilizados variaram muito antes e depois do período em questão, devido à eclosão de uma importante crise econômica e social ocorrida ao final de 2001 na Argentina (os indicadores econômicos desceram até o 2001 e ascenderam passada a crise; e os indicadores sociais apresentaram uma tendência inversa);
3. não aparece uma grande variabilidade no número de mortes por AT no triênio estudado (2000: 3616; 2001: 3880; 2002: 3306);
4. sendo este um evento de baixa frequência, ao tomar um triênio diminui a possibilidade de haver departamentos sem casos.

Dados do nível individual (óbitos):

Foram utilizados dados oficiais de mortalidade fornecidos pela Dirección de Estadísticas e Información de Salud (DEIS – Ministério da Saúde, Argentina), registrados a partir dos atestados de óbito (“Informes Estadísticos de Defunción” - IED) (DEIS, 2008).

Selecionaram-se aqueles registros classificados como mortes por acidentes de trânsito segundo a Classificação Internacional de Doenças, 10^a revisão (CID-10), que estivessem incluídos entre os códigos V01 e V89 (acidentes por meio de transporte terrestre) e que indicassem de forma específica que se tratasse de acidentes de trânsito^v (OPS, 1995), resultando um total de 302 códigos^{vi}. A análise foi realizada segundo o departamento ou município de residência do falecido. Utilizaram-se os dados sobre sexo e idade de cada indivíduo, esta última categorizada em quatro grupos: menores de 15 anos, de 15 a 39, de 40 a 64 e maiores de 64 anos. Não puderam ser analisadas outras variáveis devido ao alto número de dados perdidos (*missing*) presentes.

Dados do nível departamental:

Cabe destacar que na Argentina a denominação de “departamento” corresponde a “uma divisão jurídico-administrativa. O conjunto de departamentos cobre de forma exaustiva o território provincial e os departamentos são excludentes entre si” (INDEC, 1999). Se bem que a Cidade Autônoma de Buenos Aires (CABA) esteja dividida em 21 distritos (correspondentes aos departamentos), os dados de mortalidade da DEIS utilizados não especificam (para esta jurisdição) o distrito de residência do indivíduo ou de ocorrência da morte. Portanto, a CABA foi analisada como uma unidade. Foram excluídos da análise dois departamentos: a Antártida Argentina, devido a que nesse território não existe um ambiente viário como o descrito na CID-10; e as Ilhas do Atlântico Sul, devido a que se acham sob o poder do Reino Unido e, portanto, não fornecem dados.

Para avaliar a influência de fatores socioeconômicos do local de residência dos óbitos se escolheu como *proxy* o nível educativo médio do departamento (Krieger et al, 1997; Galobardes et al, 2007). Os dados provêm do Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda realizado pelo Instituto Nacional de Estadística y Censos no ano 2001 (INDEC, 2007). A partir da população classificada segundo o nível educativo atingido foi criado um indicador que pudesse dar conta da dimensão socioeconômica, o qual foi calculado como a porcentagem de habitantes de 20 e mais anos com estudos secundários incompletos ou inferiores por departamentos (resultando que, para maior porcentagem, pior nível socioeconômico do departamento). Os valores foram estandardizados (divididos pelo Desvio Padrão –DP- da distribuição do total de departamentos) para facilitar a interpretação dos resultados, ao medir a mudança no risco por cada unidade de aumento ou diminuição do DP.

Dados do nível provincial:

Estudou-se a atividade econômica provincial através de um indicador de produção, o Produto Bruto Geográfico (PBG) calculado para o ano 2001 (Fuchs, 2004). Computa-se somando os valores agregados pelas diversas unidades produtivas (de qualquer ramo de atividade) presentes em uma jurisdição

determinada, expressando dessa maneira a atividade econômica das unidades produtivas residentes nessa região^{vii} (DPE, 2005). Este valor se expressa geralmente em milhares de pesos, e vincula-se à população existente em cada distrito mediante a razão PBG por habitante (per cápita). Também, para facilitar a sua leitura, estes valores foram padronizados. Utilizou-se esta variável supondo que à maior atividade econômica corresponde maior volume de trânsito e, assim, maior risco de sofrer acidentes. Altos valores deste indicador não implicam necessariamente um melhor nível socioeconômico da população.

No início se pensou em trabalhar com a variável “número de automóveis registrados per cápita”, embora se tenha comprovado que essa variável apresentava uma forte correlação com o PBG por habitante provincial (dados não incluídos). Se bem que a quantidade de veículos assinalaria riqueza, escolheu-se trabalhar com PBG porque acreditamos que reúne mais dimensões da atividade econômica, considerando que a riqueza estaria indiretamente contida.

No total se registraram 10.802 óbitos por AT na Argentina no período estudado, dos quais foram descartados 770 casos (7,1%) pelas seguintes causas (muitas vezes combinadas): 12 registros com sexo desconhecido; 87 registros com idade desconhecida; 191 registros com código de província desconhecida; 705 registros com código de departamento desconhecido; 3 registros de óbitos com endereço na Antártida Argentina (provavelmente mal codificados).

Assim, 10.032 foi o número final de óbitos analisados, com mínimas diferenças entre os casos incluídos e os excluídos da análise (dados não apresentados).

Análise dos dados:

Para avaliar a associação presente entre as variáveis descritas anteriormente e as taxas de mortalidade por AT foi ajustado um modelo de regressão multinível de Poisson de 3 níveis (indivíduo, departamento e província). A estimação final dos efeitos foi obtida mediante um modelo

específico de unidades com erros padrão robustos (calculando Intervalos de Confiança mais conservadores).

O modelo resultante foi:

$$\eta = \gamma_{000} + \gamma_{001} * PBG + \gamma_{010} * Educ + \gamma_{100} * Sex + \gamma_{200} * Ed(15-39) + \gamma_{300} * Ed(40-64) + \gamma_{400} * Ed(> 64) + r_0 + u_{00}$$

Onde:

n = logaritmo da taxa de morte por AT em caselas definidas segundo idade e sexo ao interior de cada departamento.

PBG = Produto Bruto Geográfico (padronizado) a nível provincial, contínua.

Educ = Educação (padronizada) a nível departamental, contínua.

Sex = Sexo, dicotômica.

Ed(15-39) = variável dummy, grupo etário entre 15 e 39 anos.

Ed(40-64) = variável dummy, grupo etário entre 40 e 64 anos.

Ed(>64) = variável dummy, grupo etário maiores de 64 anos.

r = efeitos aleatórios do 1° e 2° nível (indivíduos – departamentos).

u = efeitos aleatórios do terceiro nível (província).

A variabilidade ao interior e entre os departamentos foi analisada mediante a estimação dos componentes da variância dos níveis 1 e 2 (utilizando para o seu cálculo r_0); e a variabilidade interprovincial com a estimação dos componentes da variância do 3° nível (utilizando para o seu cálculo u_{00}).

Pesquisou-se a presença de interação entre o PBG provincial e o nível educativo por departamentos. Para isso, agregou-se ao modelo anterior um termo de interação entre estas duas variáveis. Devido aos achados, realizou-se uma análise estratificada segundo o nível de educação, dividindo os departamentos em dois grupos: Nível Educativo Alto (NEA) e Baixo (NEB), segundo a mediana da distribuição (7,7) da variável educação.

Os cálculos foram realizados utilizando o software HLM for Windows (versão 6.06 © HLM Software). O gráfico foi elaborado com o programa Microsoft Excel 2000 (©Windows).

Resultados

Na Tabela 1 se podem observar as características da população e das áreas estudadas. Analisaram-se 10.032 óbitos em 511 departamentos e em 24 províncias. Entre os óbitos, observa-se um franco predomínio do sexo masculino (76,4%), de adultos de idade média (média de 38,7 anos), com departamentos com elevados percentuais de indivíduos de 20 e mais anos com educação secundária incompleta, e com uma distribuição desigual da atividade econômica provincial.

Tabela 1. Descrição das variáveis analisadas nos diferentes níveis, Argentina, 2000-2002.

Nível 1: Individual (n= 10.032 óbitos)

	Média	Mediana	DP*	Mínimo	Máximo
Idade	38,7	36	20,5	0	100
	Masculino (n, %)		Feminino (n, %)		
Sexo	8.242 (76,4)		2.548 (23,6)		

Nível 2: Departamentos (n=511)

	Média	Mediana	DP*	Mínimo	Máximo
População por departamento	70.958,8	23.179	177.226,9	475	2.776.138
Nível educativo ¹	75,7	76,2	9,9	37,8	97,2
Óbitos por departamento	19,6	7	36,5	0	441

Nível 3: Províncias (n=24)

	Média	Mediana	DP*	Mínimo	Máximo
População	1.510.832	712.240	2.757.596,9	101.916	13.827.203
Óbitos por província	417,9	202,5	701,4	22	3449
PBG per cápita ²	6,6	5,5	4,8	2,7	23,1

*DP: Desvio Padrão

Fonte: elaboração pessoal a partir de dados do INDEC e da DEIS

¹ Porcentagem de população com estudos secundários incompletos ou inferiores, entre os habitantes de 20 e mais anos por departamentos.

² Em milhares de pesos por habitante.

Ao realizar a análise de regressão se observa que nível educativo, sexo e idade apresentam resultados estatisticamente significativos quando se controla pelo resto das variáveis. O risco de morrer por AT aumenta nos departamentos

com maior porcentagem de população com menos estudos, é maior nos homens e cresce com o aumento da idade.

Para educação, o risco aumenta 1,1 vezes com cada DP (9,9%) de aumento na porcentagem de pessoas maiores de 20 anos com estudos secundários incompletos ou inferiores. Os homens apresentam um risco 2,5 vezes maior do que as mulheres; e entre os grupos etários considerados, o risco de morrer por AT vai desde 4,1 a 5,2 na medida em que a idade aumenta (Tabela 2).

Tabela 2. Risco Relativo de morrer por Acidentes de Trânsito segundo variáveis analisadas. Argentina, 2000-2002

Variáveis	Coeficiente	Risco Relativo	IC (95%)	Valor de p
Intercepto	-11,011365	-	-	-
PBG* (Provincial)	0,049049	1,1	(0,9-1,3)	0,567
Nível Educativo* (Depto.)	0,117100	1,1	(1,1-1,2)	0,000
Sexo				
Feminino		1	-	-
Masculino	1,253922	3,5	(3,3-3,7)	0,000
Idade				
Menores de 15 anos	-	1	-	-
15 a 39 anos	1,410465	4,1	(3,5-4,9)	0,000
40 a 64 anos	1,494901	4,5	(3,9-5,1)	0,000
Más de 64 anos	1,656730	5,2	(4,7-6,0)	0,000

* Calculados em unidades padronizadas

Fonte: elaboração pessoal a partir de dados do INDEC e da DEIS

A análise dos componentes da variância indica que existe variabilidade significativa tanto entre departamentos ao interior de cada província como entre províncias (Tabela 3). Estes achados indicam que existe correlação entre as taxas para diferentes grupos ao interior de cada departamento e entre departamentos ao interior de cada província.

Tabela 3. Estimação final dos componentes da variância dos níveis 2 e 3. Dados correspondentes a Acidentes de Trânsito, Argentina, 2000-2002.

Estimación final dos componentes da variância de nível 2:

Efeito aleatório	Desvio Padrão	Componente da variância	Graus de liberdade	Chi-quadrado	Valor de p
r_0	0,35324	0,12478	486	1574,00928	0,000

Estimación final dos componentes da variância de nível 3:

Efeito aleatório	Desvio Padrão	Componente da variância	Graus de liberdade	Chi-quadrado	Valor de p
u_{00}	0,30699	0,09425	22	186,70286	0,000

Fonte: elaboração pessoal a partir de dados do INDEC e da DEIS

Detectou-se a presença de interação estatisticamente significativa entre a atividade comercial provincial (PBG) e o nível educativo nos departamentos (dados não apresentados). Portanto, se realizou, como se indicou anteriormente, uma análise estratificada segundo nível educativo (Tabela 4).

Tabela 4. Risco Relativo de morrer por Acidentes de Trânsito segundo o Nível Educativo dos Departamentos. Argentina, 2000-2002

Variáveis	Risco Relativo	IC (95%)	Valor de p
PBG			
NEB	1,1	(1,0-1,1)	0,035
NEA	1,0	(1,0-1,0)	0,604
Sexo Masculino			
NEB	3,7	(3,2-4,2)	0,000
NEA	3,5	(3,3-3,7)	0,000
Idade			
15 a 39 anos			
NEB	4,0	(3,4-4,7)	0,000
NEA	4,1	(3,5-4,9)	0,000
40 a 64 anos			
NEB	4,5	(3,9-5,2)	0,000
NEA	4,4	(3,9-5,1)	0,000
Mais de 64 anos			
NEB	5,8	(4,7-7,1)	0,000
NEA	5,1	(4,5-5,9)	0,000

NEB: Nivel Educativo Baixo

NEA: Nivel Educativo Alto

Fonte: elaboração pessoal a partir de dados do INDEC e da DEIS

Pode-se apreciar que nos departamentos com Nível Educativo Baixo o risco é maior em quase todas as variáveis (menos no grupo etário de 15 a 39 anos) e, além disso, o PBG aparece com um risco estatisticamente significativo. Com efeito, para cada aumento em um DP do PBG provincial o risco é 10% maior nos departamentos com menor nível educativo. Também é interessante observar que nesses departamentos aumenta o RR entre os homens maiores de 40 anos. Outra possível interpretação é que o efeito do nível educativo aumenta à medida que aumenta o PBG; isto significa que nas províncias de maior PBG o gradiente de acidentes por nível educativo é maior (nos departamentos das províncias com maior PBG, quanto menor é o nível educativo, maior a taxa de mortalidade por AT).

Discussão:

Esta pesquisa mostra o efeito das características e dimensões de distintos níveis de agregação na produção de óbitos por Acidentes de Trânsito na Argentina. Percebeu-se que o risco é maior em homens, em idades mais avançadas, residentes em departamentos com maior proporção de população com baixo nível educativo, e cresce com o aumento da atividade econômica provincial.

Segundo Jones e Jørgensen, o modelo ML não pode explicar o porquê das correlações achadas, mas ajuda na formulação de hipótese (Jones e Jørgensen, 2003). Como prováveis fatores no nível individual têm-se proposto as diferenças de susceptibilidade individual e os diferentes níveis de exposição. Por exemplo, uma diferente percepção do risco de AT devido à falta de educação, o desconhecimento das medidas de segurança ou à incapacidade de adquirir os equipamentos de proteção. No nível contextual as determinações estariam dadas também por diferenciais na exposição (por grupos), mas, além disso, se relacionariam com a estratificação social (por exemplo, problemas de infraestrutura, de manutenção, de acesso à atenção) (Borrell et al, 2002; Ferrando et al, 2005). Nesse sentido, o contexto (departamento, província) teria efeitos sobre as características individuais (o nível socioeconômico, o

tempo de exposição, etc.), embora neste estudo não seja possível deduzi-lo diretamente dos resultados.

Os achados deste trabalho poderiam se somar às hipóteses antes referidas. Uma primeira interpretação seria o modo de utilização da via pública dos grupos de maior risco. Existiria uma exposição diferente entre aqueles homens com nível socioeconômico menor, que utilizariam meios de transporte mais inseguros (a pé, bicicletas, motocicletas, automóveis ou ônibus antigos ou com precária manutenção) na sua locomoção até e desde os seus trabalhos. Também, a via pública representa o local de trabalho e de relação social de muitas pessoas, geralmente daquelas que se encontram fora do mercado formal, o qual aumentaria sua exposição ao permanecer mais tempo nela. Além do mais, a maior atividade comercial provincial (macroeconomia: um efeito contextual de um nível superior ao departamento) influiria negativamente nos departamentos com piores condições socioeconômicas (fato achado na interação entre PBG e educação). Assim, existiria uma maior exposição a um maior volume de trânsito em áreas com maior atividade econômica, atingindo a pessoas que permanecem mais na via pública e utilizam meios de transporte mais inseguros, em entornos e contextos (departamentos) deteriorados.

Outro possível fator poderia ser a dificuldade no acesso à atenção pós-acidente, em função do local de residência e do nível socioeconômico das vítimas. Este aspecto explicaria talvez os óbitos daqueles que não faleceram no momento do acidente. Outros fatores a levar em conta poderiam ser a falta de investimento em infraestrutura (maior em departamentos e províncias com piores indicadores socioeconômicos), falhas no controle do cumprimento das leis de trânsito (importante questão cultural em certos locais), ausência de programas de educação viária, e aspectos culturais próprios dos grupos envolvidos (atitudes e comportamentos frente ao trânsito adquiridos do entorno social a que pertenciam as vítimas).

Evidentemente, as desigualdades sociais contribuiriam para manter e até para aumentar esses diferenciais de risco a favor dos residentes em departamentos com piores indicadores socioeconômicos (em nosso caso, com pior nível de educação). Ferrando et al. (2005) enumeram uma série de artigos

que coincidem com os achados de nosso trabalho: indivíduos residentes em áreas carentes apresentam maior risco de sofrer AT.

Voltando à dimensão macroeconômica incluída neste trabalho, tem-se assinalado (van Beeck et al, 2000) que quando um país atinge certo nível de desenvolvimento econômico, funcionaria como um fator protetor contra os acidentes de trânsito. Os autores assinalam que o desenvolvimento econômico no início conduziria a um aumento das mortes por AT, mas a longo prazo o efeito benéfico apareceria. Se bem que esse estudo foi realizado em países industrializados, evidentemente esse desenvolvimento econômico deve estar acompanhado de outras características. Ou seja, não deve ser só o aumento da riqueza que produz esse aparente efeito protetor: a educação em segurança viária, o respeito pelas leis, os níveis de trabalho – emprego, e outros, são dimensões que seguramente influem na produção dos AT. Em nosso caso, a Argentina apresenta características de países em desenvolvimento, onde os melhoramentos econômicos obtidos em termos nacionais nos últimos tempos ainda não atingiram nível suficiente para exercer esse suposto efeito de proteção. Essa última colocação coincide com o descrito por Soderlund e Zwi (1995), os quais acham que as mortes por AT se relacionam com o desenvolvimento econômico de forma negativa nos países industrializados, e de forma direta nos países em desenvolvimento.

Haynes et al. (2005), no entanto, asseveram que a informação que provem do local de residência das vítimas de AT não mostra as variações verdadeiras no risco de sofrer este evento. Desde a nossa perspectiva, acreditamos que as características do local de residência influem sobre as vítimas, de tal maneira que se poderia inferir o risco baseado em certas dimensões (educação, privação, carência, etc.). A informação sobre o sítio de ocorrência do AT é também importante, mas aporta outro tipo de dados, principalmente acerca do entorno específico onde se produziu o acidente (características do caminho, visibilidade, clima, etc.). Para uma melhor compreensão deste evento de saúde dever-se-ia utilizar ambas as fontes de dados.

Fica claro que os AT apresentam uma estrutura de determinação hierárquica, como os demais eventos da saúde, e a não consideração desta estrutura levaria a erros de interpretação e a conclusões incompletas (Vanlaar, 2005; Lenguerrand et al, 2006).

Como limitação deste trabalho se encontra um importante fenômeno de subregistro e subnotificação, já descrito por vários autores para esta causa de morte (Hijar-Medina et al, 1997; Andrade e Mello-Jorge, 2001; Barros et al, 2003; Macías, 2004; Peden e Toroyan, 2005; Oliveira et al, 2008). Além disso, especificamente para o banco de dados analisado, foi importante a presença de dados perdidos (missing) em várias variáveis, impedindo o seu uso e diminuindo, assim, a possibilidade de realizar um maior número de análises. A impossibilidade de conseguir dados agregados de um nível menor que o departamento (por exemplo, bairros ou setores censitários) faz com que se presuma uma homogeneidade nas populações que muitas vezes não existe. No entanto, se poderia dizer que para este evento (mortes por AT) a dimensão escolhida como indicador de situação socioeconômica funcionaria bem como medida resumo da condição dos habitantes para a maioria dos departamentos (Krieger et al, 1997; Galobardes et al, 2007).

Uma vantagem desta pesquisa é que enquanto a maioria das publicações sobre o tema trabalha com acidentes de transporte, aqui foram selecionados e analisados só os acidentes de trânsito, que permitiria uma especificidade maior na proposição de ações preventivas.

Fica claro que outras dimensões como investimento em educação viária, em manutenção e infraestrutura, por exemplo, poderiam e deveriam ser incluídas na análise, embora as dificuldades técnicas e a ausência de dados impeçam a realização deste tipo de estudo com mais frequência. Além disso, muitas dessas dimensões poderiam ser investigadas com técnicas qualitativas a fim de aprofundar e melhorar o conhecimento sobre estes eventos.

Conclusões:

Este estudo inédito mostra que os fatores contextuais influem na produção e distribuição das mortes por Acidentes de Trânsito na Argentina.

Os modelos de múltiplos níveis ajudam a identificar fatores e associações que dificilmente podem ser encontradas usando-se métodos tradicionais. É importante o descobrimento e a descrição de essas interações entre os diferentes níveis da estrutura hierárquica, porque cada vez é mais clara a necessidade de intervenções em múltiplos níveis que incluam variadas dimensões, para melhorar a compreensão dos Acidentes de Trânsito.

Certamente existem fatores que necessitam de ações em longo prazo para sua resolução, como é o caso da elaboração e cumprimento de leis, fatores culturais, educação, mudança na situação socioeconômica. Seria interessante começar a planejar desde abordagens multidisciplinares com informação multinível, implicando os setores envolvidos nesses diferentes níveis hierárquicos na formulação de planos, programas e políticas de promoção e prevenção.

Referências Bibliográficas

- Andrade SMd e Mello-Jorge MHPd (2000) Características das vítimas por acidentes de transportes terrestre em município da Região Sul do Brasil. *Revista de Saúde Pública*, 34(2): 149-156.
- Andrade SMd e Mello-Jorge MHPd (2001) Acidentes de transporte terrestre em cidade da Região Sul do Brasil: avaliação da cobertura e qualidade dos dados. *Cadernos de Saúde Pública*, 17(6): 1449-1456.
- Barros AJD, Amaral RL, Oliveira MSB, Lima SC e Gonçalves EV (2003) Acidentes de trânsito com vítimas: sub-registro, caracterização e letalidade. *Cadernos de Saúde Pública*, 19(4): 979-986.
- Begg DJ, Langley JD e Williams SM (1999) A longitudinal study of lifestyle factors as predictors of injuries and crashes among young adults. *Accident Analysis and Prevention*, 31(1): 1-11.
- Bhalla K, Ezzati M, Mahal A, Salomon J e Reich M (2007) A Risk-Based Method for Modeling Traffic Fatalities. *Risk Analysis*, 27(1): 125-136.
- Borrell C, Rodríguez M, Ferrando J, Brugal MT, Pasarín MI, Martínez V e Plasència A (2002) Role of individual and contextual effects in injury mortality: new evidence from small area analysis. *Injury Prevention*, 8(4): 297-302.
- Borrell C, Plasència A, Huisman M, Costa G, Kunst A, Andersen O, Bopp M, Borgan J-K, Deboosere P, Glickman M, Gadeyne S, Minder C, Regidor E, Spadea T, Valkonen T e Mackenbach JP (2005) Education level inequalities and transportation injury mortality in the middle aged and elderly in European settings. *Injury Prevention*, 11: 138-142.
- DEIS (2008) *Publicaciones. Serie 5 - Estadísticas Vitales*. Ciudad de Buenos Aires: Dirección de Estadísticas e Información en Salud - Ministerio de Salud (Argentina). Disponível online em: http://www.deis.gov.ar/Publicaciones/arbol_tematico.asp (último acesso: 14/10/2008)
- DPE (2005) *Sistema de Cuentas Provinciales. Producto Bruto Geográfico. Desagregación Municipal – Año 1993*. La Plata: Dirección Provincial de Estadística, Ministerio de Economía. Provincia de Buenos Aires. Disponível online em: <http://www.ec.gba.gov.ar/Estadistica/Ftp/PresentacionPBG.pdf> (último acesso: 26/03/2008)
- EC-T (2006) *CARE (Community database on Accidents on the Roads in Europe) Glossary*. European Commission - Transport. Disponível online em: http://ec.europa.eu/transport/roadsafety_library/care/doc/care_glossary.pdf (último acesso: 21/12/2008)
- Ferrando J, Rodríguez-Sanz M, Borrell C, Martínez V e Plasència A (2005) Individual and contextual effects in injury morbidity in Barcelona (Spain). *Accident Analysis and Prevention*, 37(1): 85-92.

- Fuchs M (2004) *La inserción externa de las provincias argentinas. Rasgos centrales y tendencias a comienzos de 2000*. Série: Serie Estudios y Perspectivas. Buenos Aires: CEPAL.
- Galobardes B, Lynch J e Davey Smith G (2007) Measuring socioeconomic position in health research. *British Medical Bulletin*, 81-82(1): 21-37.
- Geldstein RN, Bertoncello R, Peterlini C e Thomas C (2006) *Aspectos demográficos y sociales de los accidentes de tránsito en áreas seleccionadas de la argentina. Diagnóstico y aportes para el diseño de políticas y programas de prevención*. Buenos Aires: Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación. Disponível online em: http://www.msal.gov.ar/htm/site/salud_investiga/pdf/libros/2006/Geldstein-Bertoncello.pdf (último acesso: 15/09/2007)
- Greibe P (2003) Accident prediction models for urban roads. *Accident Analysis and Prevention*, 35 (2): 273-285.
- Haynes R, Jones A, Harvey I, Jewell T e Lea D (2005) Geographical distribution of road traffic deaths in England and Wales: place of accident compared with place of residence. *Journal of Public Health*, 27(1): 107-111.
- Hijar-Medina MC, López-López MV, Flores-Aldana M e Anaya R (1997) Aspectos metodológicos de la medición en el sitio de ocurrencia de lesiones por accidentes de tránsito. *Revista de Saúde Pública*, 31(1): 100-104.
- INDEC (1999) Municipio, localidad y departamento: tres conceptos que suelen confundirse. *Municipium*, 3: 1-10. Disponível online em: <http://www.indec.mecon.ar/proyectos/prinem/municipium/municipium03.pdf> (último acesso: 11/12/2008)
- INDEC (2007) *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001*. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Disponível online em: <http://www.indec.gov.ar/webcenso/index.asp> (último acesso: 28/04/2008)
- ISEV (2008) *Costos de la Accidentología Vial de Argentina 2007*. Ciudad de Buenos Aires: Instituto de Seguridad y Educación Vial. Disponível online em: <http://www.isev.com.ar/uploads/Costos2007.pdf> (último acesso: 07/12/2008)
- Jones AP e Jørgensen SH (2003) The use of multilevel models for the prediction of road accident outcomes. *Accident Analysis and Prevention*, 35(1): 59-69.
- Jones AP, Haynes R, Kennedy V, Harvey IM, Jewell T e Lea D (2008) Geographical variations in mortality and morbidity from road traffic accidents in England and Wales. *Health & Place*, 14(3): 519-535.
- Kim D-G, Lee Y, Washington S e Choi K (2007) Modeling crash outcome probabilities at rural intersections: application of hierarchical binomial logistic models. *Accident Analysis and Prevention*, 39(1): 125-134.
- Kopits E e Cropper M (2005) Traffic fatalities and economic growth. *Accident Analysis and Prevention*, 37 (1): 169-178.

- Krieger N, Williams DR e Moss NE (1997) Measuring Social Class in US Public Health Research: Concepts, Methodologies, and Guidelines. *Annual Review of Public Health*, 18: 341-378.
- Lenguerrand E, Martin JL e Laumon B (2006) Modelling the hierarchical structure of road crash data - Application to severity analysis. *Accident Analysis and Prevention*, 38 (1): 43-53.
- Luchemos por la Vida (2008) *Estadísticas*. Ciudad de Buenos Aires: ONG Luchemos por la vida. Disponível online em: <http://www.luchemos.org.ar/espa/estadis.htm> (último acesso: 10/12/2008)
- Macías GR (2004) *Análisis de las personas involucradas en accidentes de tránsito, que requirieron atención médica por el Sistema Público de Salud del Partido de Tres de Febrero (Provincia de Buenos Aires), entre febrero de 1998 y abril de 2000*. Tese de Mestrado. Maestría en Epidemiología, Gestión y Políticas de Salud, Universidad Nacional de Lanús: Lanús (Argentina). 124 p.
- Nelson TF, Weitzman ER e Wechsler H (2005) The effect of a campus-community environmental alcohol prevention initiative on student drinking and driving: results from the "a matter of degree" program evaluation. *Traffic Injury Prevention*, 6(4): 323-330.
- Newnam S, Griffin MA e Mason C (2008) Safety in Work Vehicles: A Multilevel Study Linking Safety Values and Individual Predictors to Work-Related Driving Crashes. *Journal of Applied Psychology*, 93(3): 632-644.
- Noland RB e Quddus MA (2004) A spatially disaggregate analysis of road casualties in England. *Accident Analysis and Prevention*, 36(6): 973-984.
- Oliveira ZCd, Mota ELA e Costa MdCN (2008) Evolução dos acidentes de trânsito em um grande centro urbano, 1991-2000. *Cadernos de Saúde Pública*, 24(2): 364-372.
- OPS (1995) *Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud - Décima revisión (CIE-10)*. Washington DC: Organización Panamericana de la Salud.
- Peden M, Scurfield R, Sleet D, Mohan D, Hyder A, Jarawan E e Mathers C (2004) *Informe Mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito*. Publicación Científica y Técnica Nro. 599. Washington: Organización Panamericana de la Salud. Disponível online em: <http://whqlibdoc.who.int/paho/2004/927531599X.pdf> (último acesso: 28/10/2006)
- Peden M e Toroyan T (2005) Counting Road Traffic Deaths and Injuries: poor data should not detract from doing something! *Annals of Emergency Medicine*, 46(2): 158-160.
- Soderlund N e Zwi AB (1995) Traffic related mortality in industrialized and less developed countries. *Bulletin of the World Health Organization*, 73(2): 175-182.
- Sümer N (2003) Personality and behavioral predictors of traffic accidents: testing a contextual mediated model. *Accident Analysis and Prevention*, 35(6): 949-964.

- van Beeck EF, Borsboom GJJ e Mackenbach JP (2000) Economic development and traffic accident mortality in the industrialized world, 1962-1990. *International Journal of Epidemiology*, 29(3): 503-509.
- van Oort FVA, van Lenthe FJ e Mackenbach JP (2005) Material, psychosocial, and behavioural factors in the explanation of educational inequalities in mortality in the Netherlands. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 59: 214-220.
- Vanlaar W (2005) Multilevel modeling in traffic safety research: two empirical examples illustrating the consequences of ignoring hierarchies. *Traffic Injury Prevention*, 6(4): 311-316.
- Yannis G, Papadimitriou E e Antoniou C (2007) Multilevel modelling for the regional effect of enforcement on road accidents. *Accident Analysis and Prevention*, 39(4): 818-825.

ⁱ A ONG "Luchemos por la Vida" indica, na sua secção estatísticas, que "*Os números são [...] projeção dos dados ocorridos até agora, aplicado para o novo período, e incluindo óbitos no momento do acidente por causa dele, até 30 dias mais tarde, de acordo com critérios internacionais mais generalizada. Os valores utilizados são os mais recentes disponíveis (oficiais, da polícia ou da cidade de origem, a maioria), atualizadas. Como a grande maioria dos valores originais inclui apenas os mortos no momento do acidente, eles também foram corrigidos de acordo com índices internacionalmente aceitos, de forma a permitir uma avaliação, estudo e comparação séria de mortalidade na acidentologia viária Argentina*" (<http://www.luchemos.org.ar/espa/estadis.htm>). Outra entidade (Instituto de Seguridad e Educación Vial – ISEV) define seu cálculo "*a partir de uma metodologia de projeções, internacionalmente utilizadas, com uma margem de erro correspondente (aproximadamente 30%)*" (http://www.isev.com.ar/uploads/InfoENEOCT2008.pdf_página_2). Algum destes fatores de correção pode encontrar-se em "CARE – GLOSSARY", documento do banco de dados da Comunidade Européia sobre AT que define as variáveis e as regras de transformação de dados (http://ec.europa.eu/transport/roadsafety_library/care/doc/care_glossary.pdf_pág_8).

ⁱⁱ Enumeram-se só alguns artigos como exemplo. A relação não pretende ser exaustiva.

ⁱⁱⁱ Realizada em PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>). Utilizaram-se os seguintes descritores MeSH (Medical Subject Headings): "Accidents, Traffic" e "Automobile Driving", junto com a palavra "multilevel". Se bem que existe um descriptor específico ("multilevel analysis") sua combinação com os dois primeiros não deu resultados, provavelmente porque este último conceito foi introduzido recentemente. Esta mesma combinação não deu resultados no banco LILACS.

^{iv} Na Argentina, Província é o equivalente ao Estado no Brasil.

^v "*Acidente de trânsito é todo acidente com veículo ocorrido na via pública [i.e. originando-se, terminando ou envolvendo um veículo parcialmente situado na via pública]. O acidente de veículo é considerado como tendo ocorrido na via pública a menos que haja a especificação de outro local, exceto nos casos de acidentes envolvendo somente veículos especiais a motor [veículos a motor não-de-circulação] que, salvo menção em contrário, não são classificados como acidentes de trânsito*". Fonte: Definições relacionadas com acidentes de transporte (OPS, 1995).

^{vi} Os códigos incluídos são: V011, V021, V031, V041, V051, V061, V092-93, V104-105, V109, V114-115, V119, V124-125, V129, V134-135, V139, V144-145, V149, V154-155, V159, V164-

165, V169, V174-175, V179, V184-185, V189, V194-196, V199, V204-205, V209, V214-215, V219, V224-225, V229, V234-235, V239, V244-245, V249, V254-255, V259, V264-265, V269, V274-275, V279, V284-285, V289, V294-296, V299, V305-307, V309, V315-317, V319, V325-327, V329, V335-337, V339, V345-347, V349, V355-357, V359, V365-367, V369, V375-377, V379, V385-387, V389, V394-396, V399, V405-407, V409, V415-417, V419, V425-427, V429, V435-437, V439, V445-447, V449, V455-457, V459, V465-467, V469, V475-477, V479, V485-487, V489, V494-496, V499, V505-507, V509, V515-517, V519, V525-527, V529, V535-537, V539, V545-547, V549, V555-557, V559, V565-567, V569, V575-577, V579, V585-587, V589, V594-596, V599, V605-607, V609, V615-617, V619, V625-627, V629, V635-637, V639, V645-647, V649, V655-657, V659, V665-667, V669, V675-677, V679, V685-687, V689, V694-696, V699, V705-707, V709, V715-717, V719, V725-727, V729, V735-737, V739, V745-747, V749, V755-757, V759, V765-767, V769, V775-777, V779, V785-787, V789, V794-796, V799, V811, V821, V829, V830-833, V840-843, V850-853, V860-864, V870-879, V892-893. Fuente: Fuente: OPS (1995)

^{vii} *“Do ponto de vista contábil, o PBG é a agregação dos saldos da conta de produção dos diversos ramos de actividade”*. Fonte: DPE (2005).

Seção 3. Teorias, modelos e métodos de pesquisa em Acidentes de Trânsito.

3-1. Apresentação do artigo

A finalidade deste artigo é realizar, mediante uma busca bibliográfica, uma revisão crítica do estado da arte a respeito dos paradigmas, as teorias e os modelos mais utilizados nas pesquisas sobre os AT.

A técnica de busca bibliográfica utilizada consistiu em aproximações iniciais por temas (nome dos modelos, teorias) utilizando geralmente as palavras “acidente” e “modelos”, tanto em bancos específicos (Bireme, PubMed, Scopus) como em buscadores gerais (Google Acadêmico). Tendo conseguido uma boa quantidade de resultados, o material se classificou temporariamente de forma cronológica e por grupos (de modelos ou teorias), com a ajuda de trabalhos que tinham feito classificações anteriormente, para depois procurar os autores, teorias e modelos mais freqüentemente nomeados e/ou utilizados. Assim, após esse trabalho, foi feita a revisão crítica e a tentativa de organização das teorias e modelos. Quando foi feita uma busca específica (por exemplo, “Dinâmica não linear” e “Acidentes de Trânsito”), a estratégia está comentada no texto.

Obviamente, esta busca não é completa, mas pode-se dizer que, com esta estratégia, os principais autores, teorias e modelos na história da segurança em acidentes estão incluídos nesta revisão.

3-2. Artigo 3: Antecedentes e estado da arte sobre teorias, modelos e métodos de pesquisa em Acidentes de Trânsito.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi realizar leitura crítica sobre o estado da arte respeito dos paradigmas, as teorias e os modelos utilizados de forma mais freqüente nos estudos dos AT. Mediante uma busca bibliográfica caracterizada pela procura dos autores mais citados, realizou-se uma apresentação dos quatro paradigmas reconhecidos nos trabalhos referidos à segurança no trânsito (Período técnico, do Erro humano, dos sistemas Sócio-técnicos, e da Cultura da segurança). Logo foi feita uma resenha das características das diferentes correntes teóricas e dos modelos empregados na explicação dos AT. No final, são resumidos alguns aspectos das críticas às teorias e modelos atuais, e ensaia-se uma proposta das características de um novo paradigma que se estaria aproximando.

Abstract

The aim of this study was perform a critical reading on the state of the art of the more frequent paradigms, theories and models used in studies of the TA. A presentation of the four paradigms recognized in the work referred to traffic safety was performed, through a bibliographic search characterized by looking for the more cited authors. A review of the characteristics of the different theories and theoretical models used in the explanation of TA was achieved. In the end, were summarized some of the criticism of current theories and models, and a proposal of the characteristics for the construction of a new paradigm was presented.

Introdução

O termo “acidente” contém, no inconsciente popular, uma forte idéia de aleatoriedade, ainda que a influência do acaso nestes eventos não exista na realidade. Tanto em português como em espanhol, acidente é definido como um acontecimento casual, imprevisto, que produz um dano material ou físico ao indivíduoⁱ. Na Argentina a Lei Nro. 24.449, de 1995, no artigo 64 considera “Acidente de Trânsito” (AT) a “todo fato que produza dano em pessoas ou coisas como consequência da circulação” (Ley Nacional de Tránsito 24.449, 1995). Mesmo que todas essas definições “oficiais” considerem estes eventos como não intencionais (não há propósito consciente), fica claro que elas fazem pensar em fatos não evitáveis, com um peso importante do acaso na sua geração.

Essa visão é tão forte que às vezes os AT são interpretados como atos que fogem do controle do homem: são atribuídos ao destino ou aos designios divinos (atos de Deus), dificultando assim seu estudo e prevenção (Loimer et al, 1996). Tanto assim que, há muito tempo, existem solicitações para trocar o termo “acidente” por “lesões” (por exemplo, “*traffic injuries*” ou “*crash injuries*”) nas publicações científicas em língua inglesaⁱⁱ (Doege, 1978; Langley, 1988; Evans, 1993; Davis e Pless, 2001; Shepherd, 2004). Na língua portuguesa e na espanhola também não há ainda acordo em utilizar um termo substituto para “acidente”. Todavia, faz sentido uma tradução do tipo “lesões devidas ao trânsito”, mas essa construção estaria falando somente dos danos produzidos ao corpo humano, e não do completo quadro de determinações que geram os AT. Portanto, neste trabalho se continuará utilizando o termo “acidente”, mas levando em conta as considerações discutidas acima, ou seja, considerando-o numa perspectiva ampla e incluindo o acaso como mais uma parte constituinte do evento.

O trânsito aparece como um complexo sistema com múltiplos determinantes e numerosas disciplinas envolvidas na sua análise. As pessoas o utilizam para deslocar-se pelos mais diversos motivos, como trabalho, lazer, transporte de mercadorias, comércio, e outras tantas demandas. Assim, nem

sempre é simples identificar os fatores que originam os AT, e menos ainda selecionar e priorizar os pontos onde agir para realizar a sua prevenção (Pedragosa, 2004)

Ao longo dos anos foram propostas diversas teorias e modelos para explicar a gênese dos AT, tentando mudar essa lógica “aleatória” com abordagens e métodos de análise específicos, chegando a interpretações e conclusões próprias.

O objetivo deste trabalho é analisar de forma crítica o estado da arte dos paradigmas, das teorias e dos modelos mais freqüentes usados nos estudos dos AT. Inicialmente se oferece uma resenha das características das diferentes correntes teóricas e modelos empregados na explicação dos AT. Logo após são apresentadas algumas considerações finais referentes à necessidade de mudança nos modelos clássicos de abordagem desses eventos.

Metodologia:

Foi realizada uma busca bibliográfica não sistemática, que consistiu em aproximações iniciais por temas (nome dos modelos, teorias) combinando geralmente as palavras “acidente”, “trânsito”, “teorias” e “modelos”. A busca foi realizada tanto em bancos específicos (Bireme, PubMed, Scopus) como em buscadores gerais (Google Acadêmico).

Um grande número de publicações foi obtido a partir desta estratégia. Então, o material foi classificado transitoriamente em forma cronológica e por grupos de modelos ou teorias, utilizando principalmente trabalhos que tinham feito classificações anteriormente (como os de Tambellini, Letho, Smillie, Melia, Montoro, Michon, Rothengater). Procuraram-se os autores, as teorias e os modelos mais freqüentemente nomeados e/ou utilizados. Assim, foram analisados 115 artigos, livros e outros documentos; dentre eles dois nomeavam os paradigmas, 17 descreviam as teorias e 61 tratavam sobre os modelos. Assim, após esse trabalho, foi feita a revisão crítica e a tentativa de organização dos modelos, baseando-se principalmente nas teorias por trás deles. Quando foi

feita uma busca específica (por exemplo, "Dinâmica não linear" e "Acidentes de Trânsito"), a estratégia está comentada no texto.

Revisão de paradigmas, teorias e modelos:

Teorias e modelos provêm um meio de apreender fenômenos, e de mostrar esse conhecimento de uma forma que possa ser comunicado a outros. Existe uma hierarquia entre estes termos, dado que os modelos deveriam basear-se numa teoria. Ou seja, uma teoria trata de um conhecimento mais amplo e geral dos fenômenos do mundo, enquanto os modelos podem ser definidos como uma representação simplificada ou idealizada dos sistemas ou processosⁱⁱⁱ (Del Re, 2000; Smoot, 2000; Minayo et al, 2003). Os modelos apresentam uma parte da realidade, portanto sempre são incompletos, e são criados com o objetivo de ordenar nossas observações de forma mais simples de explicar, para tentar resolver problemas, e servir de base a novos estudos e pesquisas. Geralmente estão representados de forma gráfica, ilustrando padrões de relações ou representando processos (Grayson, 1997; Huguenin, 1997; Almeida Filho, 2000).

Uma interessante diferenciação desses conceitos foi feita por Glanz e Rimer:

"A theory is a set of interrelated concepts, definitions, and propositions that present a systematic view of events or situations by specifying relations among variables, in order to explain and predict the events or situations. The notion of generality, or broad application, is important. Concepts thought of as the building blocks of theory or the primary elements. A construct is a term used for a key concept in a theory. Finally, a model is a generalized or hypothetical description used to analyze or explain something." [Glanz and Rimer, 1995, em (Trifiletti et al, 2005)]

Especificamente para os acidentes, Huang et al. ensaiam outra definição:

"An accident model is an abstract conceptual representation of the occurrence and development of an accident. It describes how and why accidents happen, it defines possible causes and interactions, and it directs data collection and analysis, as well as selection of countermeasures." (Huang et al, 2004).

Existe uma grande confusão em relação à denominação de modelos por teorias e vice-versa. Sem querer aprofundar, neste trabalho entende-se como teorias aquelas que tentam descrever os AT de um modo mais amplo, segundo Minayo et al. (2003); e como modelos as representações gráficas simples da realidade (Del Re, 2000).

Numerosos modelos e teorias têm sido propostos para a explicação e análise dos acidentes em geral. No processo de teorização acerca dos acidentes foram descritas quatro etapas históricas, descritos por Mikkonen (1997) e por Wiegmann e colaboradores (2007) como "Paradigmas da prática por trás das teorias e modelos da segurança no trânsito":

1) A primeira etapa se chama "período técnico", onde se considera que os acidentes são gerados por causas mecânicas. Foi chamado "controle dos carros como carruagens conduzidas por cavalos", porque a motorização significava a substituição de cavalos pelos motores, e os veículos eram uma novidade e pensados como as causas dos acidentes.

2) O segundo período é do "erro humano" no qual as limitações nos indivíduos são mais importantes do que as causas mecânicas. Esse modelo ficou conhecido como "dominando a situação do tráfego": a tecnologia (poder e rapidez dos veículos) deu uma nova imagem aos automóveis, e com ela trouxe problemas que demandaram o controle dos novos contextos que se apresentaram. Essa abordagem possibilitou a elaboração do modelo da prevenção dos três "E" (engenharia [*Engineering*], educação [*Education*] e execução [*Enforcement*]). Apesar dos esforços, o segundo paradigma foi insuficiente para prever acidentes.

3) A terceira etapa se conhece como "sócio-técnica". Nela, as causas provêm do impacto negativo que uma pobre ergonomia e desenho organizacional têm sobre a interação entre homem e máquina. O escopo foi

ampliado para o “controle do sistema de tráfego”, onde a segurança foi tomada como um requerimento desse sistema visando a reduzir os fatores de risco e diminuir as consequências dos AT. Mas, mesmo essa abordagem se mostrou insuficiente.

4) O novo e atual período é chamado “cultura da segurança”. Nele, a noção é de que as pessoas não estão atuando ou interagindo com a tecnologia isoladamente, mas estão inseridos numa cultura particular. O atual paradigma se conhece como “controle do sistema do transporte”, no qual há consciência de que o trânsito está muito relacionado com variáveis macrosociais; a poluição e a contaminação sonora são problemas cotidianos; se faz decisiva uma reorganização do transporte em geral, levando em conta que ele forma parte da vida das pessoas.

A seguir, serão descritas as principais teorias e modelos propostos para a explicação da gênese dos acidentes de trânsito. Algumas das teorias e modelos que vão ser apresentadas surgiram na área da saúde do trabalhador. Muitas foram depois adaptadas para os AT. Logo depois serão apresentados brevemente os métodos de análise e as novas propostas. Por último será feita uma discussão sobre o tema tratado.

1. Teorias

Doze teorias foram descritas como as mais influentes na elaboração de modelos e pesquisas, e serão brevemente comentadas em certa ordem cronológica de aparição. As primeiras são mais abrangentes porque foram propostas para todo tipo de acidentes; à medida que foram aparecendo ganharam diferentes graus de diferenciação e especificidade.

As primeiras três teorias explicativas dos acidentes que tiveram repercussão ampla na literatura foram: acaso puro (Pure chance), a desvantagem enviesada (tendenciosa; Biased liability), e as teorias da propensão ao acidente (Accident proneness – Unequal initial liability), propostas

por Greenwood e Woods em 1919 e Newbold em 1926 (Haddon Jr et al, 1964; Smillie e Ayoub, 1976; Correa e Cardoso Junior, 2007):

- 1. Acaso puro: basicamente, considera que toda pessoa numa população dada tem a mesma chance de sofrer um acidente. Não existem padrões na sua distribuição, são atos de Deus. Portanto, não existiria prevenção possível para ele.
- 2. Desvantagem enviesada (tendenciosa): diz que uma vez que uma pessoa sofre um acidente, a probabilidade dessa pessoa de padecer outro no futuro pode diminuir ou aumentar segundo a população à qual pertence.
- 3. Propensão ao acidente (desvantagem inicial desigual): esta teoria é, talvez, a mais discutida na história da pesquisa sobre acidentes. Indica que eles não se distribuem uniformemente, porque existem subgrupos com maior propensão a sofrer um acidente do que a população onde estão inseridos. Refere que certas características inatas da personalidade tornam mais propensos os indivíduos que as possuem a terem mais acidentes que os não propensos.

O conceito de propensão ao acidente foi classificado como um mito metodológico e experimental. Alguns autores indicaram que a propensão de um grupo desaparece com o tempo; outros encontraram que os dados sobre acidente não suportam de jeito nenhum o conceito, pois nem sempre é a mesma a minoria que sofre os acidentes de forma mais freqüente. Ou seja, os motoristas que têm muitos acidentes num período não são os mesmos que têm muitos acidentes num outro período (Smillie e Ayoub, 1976; Rozestraten, 1988; Meliá et al, 1998a). A idéia inicial foi trocada mais tarde pelo conceito de propensão como uma situação estressante transitória, por períodos curtos. Nos anos 90, entretanto, o conceito foi abandonado (Rozestraten, 1988), mas este tipo de estudo pode ser útil para analisar os comportamentos de risco das pessoas (Meliá et al, 1998a).

Com o decorrer do tempo as teorias foram se tornando mais complexas, incluindo outras dimensões e conceitos. Outras teorias descritas são (Smillie e Ayoub, 1976; Correa e Cardoso Junior, 2007):

- 4. Teoria do ajuste ao estresse: W. A. Kerr, em 1950, estabeleceu que os indivíduos que não alcançam algum tipo de ajuste ou integração com o ambiente tenderão a ter mais acidentes do que outros. Este ajuste é afetado por esforços (estresse) físicos e psicológicos.
- 5. Teoria das metas – liberdade – atenção: propõe que os indivíduos sofrem acidentes devido a uma falta de atenção pelo fato de não ter liberdade para escolher as metas estabelecidas para a tarefa em questão. Isso gera um clima psicológico adverso que não contribui para o estado de alerta necessário ao cumprimento da tarefa. Esta última proposta também foi enunciada por Kerr entre 1950 e 1957.
- 6. Motivação inconsciente: essa teoria está baseada na teoria psicanalítica. A idéia de utilizar a psicanálise para estudar as histórias de vida dos acidentados tem origem no final da década de 1960. Desde esta visão, os acidentes acontecem por motivações inconscientes (culpa, agressão, ansiedade, ambição e conflito) que aparecem como atos involuntários e não intencionais. Assim, estudam-se as disposições da personalidade na produção dessas motivações inconscientes. Como a teoria focaliza só o indivíduo com seus construtos de personalidade e a interação da sua percepção do ambiente, o acidentado se apresenta como um caso a ser analisado (Tambellini Arouca, 1975; Correa e Cardoso Junior, 2007).
- 7. Teoria da Multicausalidade: Pouco a pouco, as abordagens foram dividindo-se em duas grandes correntes que tentavam explicar a gênese dos acidentes: aquelas onde os fatores do veículo e do entorno da estrada eram de fundamental importância, e as outras onde os fatores humanos jogavam o papel principal. As primeiras provinham da medicina e da engenharia, e, portanto, aderiram à teoria de moda nesse período: multicausalidade e risco (Almeida Filho, 2000; Urquía, 2007), gerando modelos *ad hoc* de descrição de fatores (como a matriz de Haddon). De forma esquemática, a teoria indica que o acidente não tem uma causa única, normalmente é desencadeado pela convergência de vários fatores ou determinantes que atuam simultaneamente, geralmente em diferentes níveis e com desigual

importância. Os acidentes apareceriam a partir de uma somatória de falhas humanas, materiais e fatores do entorno, aparecendo como determinantes problemas de ordem psicológica, social, econômica, ambiental, às vezes não facilmente identificáveis.

As quatro seguintes teorias originaram-se das ciências do comportamento, e tendem a situar ao ser humano como principal fator desencadeante do acidente (Tambellini Arouca, 1975). As mais importantes estão dirigidas ao comportamento do condutor (*Driver behaviour*), mas geralmente são adaptadas para descrever os comportamentos dos outros usuários da estrada, como pedestres, ciclistas, e outros (Keskinen et al, 2003; Montoro, 2005):

- 8. "Modelo de Risco Zero": ou do limiar de risco, proposta por Naatanen e Summala, entre 1974 e 1976. Basicamente, defende que os indivíduos geralmente não estão dispostos a aceitar risco nenhum ao conduzir um veículo. Por isso, o comportamento arriscado não é percebido visto que, através de diversos processos de aprendizagem e de influências dos pares, dentre outros, o limiar de percepção subjetiva do risco foi adaptado (Gras Pérez, 1994). Para esses autores, os motivos e as emoções do condutor são tão importantes como os aspetos estruturais das estradas ou dos veículos. A condução é considerada uma tarefa onde as próprias decisões determinam os passos a seguir (auto-exigência). Assim, aparecem duas questões fundamentais na teoria: uma é a adaptação dos sentidos aos riscos, e a outra a motivação. A respeito da última, dois tipos de determinantes (inibidores e excitantes) fazem com que o condutor perceba mais ou menos risco e, portanto, tome decisões mais ou menos prudentes. Se existir um desequilíbrio entre os determinantes apareceria uma condução de alto risco. Exemplos de "determinantes excitantes" são: chegar mais rápido, adiantar um carro ou fila de carros, emoções advindas de situações pessoais como brigas familiares ou laborais, ou contextuais (comportamento do outro condutor), os modelos comportamentais apreendidos (dos pares, da família, dos meios de comunicação), necessidade individual de auto-afirmação e exibicionismo, o próprio prazer de conduzir que pode levar à tomada de

riscos, e a busca deliberada de riscos *per se*. Dentre os “determinantes inibidores” mais destacados está o nível subjetivo de risco percebido pelo condutor, diante de uma situação perigosa. Mas este mecanismo inibidor é considerado pouco efetivo, porque há muitas propriedades dos processos cognitivos que o tornam ineficaz. São exemplos disso a adaptação sensorial à velocidade, que provoca a sua subestimação; a superestimação da habilidade do condutor, que dá falsa idéia de segurança; a pouca vigilância policial, que se acompanha da percepção de impunidade (Montoro, 2005).

Então, ante a presença do perigo, a informação recebida desencadeia uma série de processos previamente apreendidos, que levam a uma resposta comportamental do condutor, influenciada pelos fatores excitantes e controlada por essa percepção do nível subjetivo de risco. Este controle “frente às ameaças” é fundamental como elemento inibitório de comportamentos arriscados. Assim, com as motivações controladas pelos determinantes inibitórios, um condutor só aceitará comportamentos associadas a um “nível de risco zero”. O acidente acontece quando é ultrapassado o limiar de risco subjetivo percebido, ou seja, quando o risco é objetivamente maior que o percebido, levando a uma escolha errada da ação (Montoro, 2005).

Para esta teoria, a prevenção deve estar baseada em treinamento para diminuir o limiar subjetivo, para reduzir a brecha entre o risco objetivo e o percebido, reduzindo o número de escolhas, eliminando certas alternativas e treinando para melhorar o leque de eleições possíveis, mediante educação, propaganda, aumento da vigilância policial, colocação de sinais de risco nas rodovias, utilização de cintos de segurança, capacetes, conservação das rodovias e sinais, dentre outros (Montoro, 2005).

- 9. Teorias da “ação razoada” e do “comportamento planejado”: Fishbein e Ajzen propuseram, em 1975, uma teoria geral do comportamento que explica o processo de tomada de decisão no nível comportamental. Para estes autores, o ser humano se comporta como um animal racional que processa informações ou as utiliza sistematicamente, de forma totalmente

voluntária, para formar a intenção de realizar (ou não) um determinado comportamento (Ríos Condado e Vargas Tentori, 1998; Stefani, 2005). Assim, a intenção se torna um conceito-chave para prever um comportamento, uma vez que influi diretamente sobre a decisão de executá-lo ou não. Essa intenção é composta de um fator de natureza pessoal (atitudes em relação ao comportamento) e outro normativo (reflexo da influência social ou norma subjetiva).

Em outras palavras, a intenção de realizar um determinado comportamento em determinadas circunstâncias, é modelada por uma atitude individual^{iv} favorável ou desfavorável e pela percepção das pressões sociais impostas, principalmente pelos grupos de referência, para realizar ou não esse comportamento (Ríos Condado e Vargas Tentori, 1998; Stefani, 2005). O peso de cada um desses componentes é diferente na determinação da intenção, de acordo com o comportamento a realizar, o contexto e as diferenças individuais (aspectos demográficos, traços de personalidade ou características situacionais). Por sua vez, esses componentes estão em função, respectivamente, das chamadas crenças comportamentais (referidas às conseqüências do comportamento) e das crenças normativas (referidas às expectativas dos outros sobre o comportamento em questão) (Ríos Condado e Vargas Tentori, 1998).

Em 1977 estes autores sugerem que o comportamento não é inteiramente voluntário e sob total controle; em seguida, eles adicionam à teoria o componente subjetivo de controle do comportamento, que o indivíduo tem (ou crê ter), chamado percepção de controle do comportamento. Assim, Ajzen e Fishbein postulam a teoria do comportamento planejado, extensão da anterior, que indica que o comportamento humano é influenciado por três crenças: as duas acima mencionadas e a "crença controlada". Essa última, referindo-se à presença de fatores que podem facilitar ou dificultar a realização de um comportamento. É a percepção do sujeito sobre a sua própria capacidade de controlar o comportamento; a crença de que dirige a intenção do comportamento em questão, juntamente com as outras duas. Quanto mais favoráveis as três crenças, maior a intenção de realizar um

determinado comportamento (Ventura Fernández, 2006; García Garduño, 2007). O processo de adoção de um comportamento poderia ser esquematizado da seguinte forma: as crenças comportamentais geram uma atitude positiva ou negativa para o comportamento; as crenças normativas expressam as expectativas dos outros, é a pressão social sobre o comportamento; e a crença subjetiva de controle sobre o resultado do comportamento em questão estabelece a vontade para realizá-lo ou não. Quanto mais próxima da realidade esteja a percepção de controle, mais previsível será a percepção e mais eficaz será o mecanismo de controle (Ventura Fernández, 2006; García Garduño, 2007).

Para este modelo, as ações preventivas são baseadas na educação e destinam-se a corrigir a percepção e gerar atitudes em conformidade com as normas estabelecidas (Moyano Díaz, 1997).

- 10. "Teoria Homeostática do Risco": ou compensação do risco. Wilde (2005) desenvolveu uma teoria para o trânsito a partir do conceito de homeostase, definido como um processo dinâmico que compara o estado atual (condição real) com uma meta (condição ideal). Considera que a eleição individual de alternativas depende da percepção subjetiva do risco de acidente e do nível de risco que a pessoa está disposta a aceitar. O melhor comportamento é aquele que reduz ao máximo possível a brecha entre o risco que o indivíduo está disposto a aceitar (condição ideal) e o risco que percebe (condição real), maximizando os benefícios. Trata-se então, de uma teoria que explica o processo da tomada de decisões do usuário da rua em qualquer circunstância de trânsito (Gras Pérez, 1994; Montoro, 2005; Rocha, 2005). Esse "nível aceito de risco" (a condição ideal considerada um objetivo) seria determinado por quatro categorias de fatores de motivação: 1) as vantagens esperadas dos comportamentos arriscados (ganhar tempo não respeitando os sinais); 2) os custos esperados dos comportamentos arriscados (multa, despesas por reparo de carro); 3) benefícios esperados dos comportamentos seguros (desconto de seguro por dirigir sem acidentes); e 4) os custos esperados dos comportamentos seguros (usar cinto de segurança enrugando a roupa). O nível de risco aceitável se modificará

quando se modificar algum destes fatores, e, portanto, também se modificará a eleição da alternativa comportamental. Assim, um desequilíbrio e aumento do risco aceitável aconteceriam quando cresce o custo de um comportamento seguro (demorar muito por dirigir devagar), produzindo-se ao mesmo tempo uma vantagem na adoção de comportamento inapropriado (diminuir o tempo aumentando a velocidade), com a consequente eleição de comportamento arriscado (por exemplo, acelerar) dentre o leque de oportunidades. Esse novo comportamento configura outra cena com características diferentes da inicial, onde o condutor compara novamente a condição ideal com a real (nível percebido versus nível aceitável), reiniciando o processo. A teoria assegura que o indivíduo superestima os riscos quando está perto de uma situação de risco, e os subestima quando se afasta dela, realizando essas modificações dinâmicas ao processo de percepção, para otimizar dessa maneira o nível de risco. É por isso que Wilde a denomina teoria de "homeostase do risco" (Gras Pérez, 1994; Montoro, 2005; Rocha, 2005; Wilde, 2005).

Reconhecem-se dois tipos de exposições: uma "espacial" (distância recorrida), dependente de fatores externos (características do veículo e do ambiente rodoviário) e uma "temporal" (horas de exposição ao tráfego), a última condicionada ao "*nível de risco de acidente aceito pela comunidade*" (Montoro, 2005). Variáveis econômicas, sociais (influência do grupo de referência), valores associados à cultura, políticos, educacionais e pessoais (idade, sexo, traços de personalidade) determinam esse nível de risco aceito pela comunidade e exercem sua influência junto com os fatores externos sobre a vontade do indivíduo, de aceitar ou rejeitar variações do seu nível desejado de risco (Montoro, 2005; Wilde, 2005).

Wilde argumenta que para as intervenções de segurança serem efetivas em reduzir acidentes é necessário reduzir a vontade das pessoas de arriscar suas vidas, o que, em outros termos, significa reduzir o nível aceito de risco (Rocha, 2005). Para isso, é necessário tomar medidas que atuem principalmente sobre fatores motivacionais, os quais são mais eficazes em conseguir a diminuição tanto do risco espacial como do temporal, mas sem

esquecer a melhoria dos fatores não-motivacionais (por exemplo, desenho de estradas, elementos de segurança de veículos, treinamento do condutor), que produzem, sobretudo, uma redução do "risco espacial" (Montoro, 2005; Rocha, 2005).

- 11. Teoria da "Ameaça – Evitação": ou de evitação do risco. Proposta por Ray Fuller, em 1984, está relacionada com a teoria comportamental da aprendizagem. Basicamente, diz que conduzir implica a aprendizagem de respostas para evitar situações ameaçantes. Isso leva os indivíduos a aprenderem as tarefas associadas à condução para evitar uma consequência desagradável, emitindo uma resposta apropriada antes que se produza. Então, se trata de evitar a "ameaça", estabelecida por parâmetros subjetivos, através de uma ação que pode ser arriscada. Para isso o condutor precisa conhecer as situações antecedentes, o leque possível de opções comportamentais e as possíveis consequências dessas opções: o ABC do condutor (por *Antecedents, Behaviors, Consequences*). Portanto, é uma teoria que fala da forma como os condutores agem frente a ameaças, tanto reais como potenciais, que enfrentam no cotidiano, abordada desde essa perspectiva funcional e comportamental (Gras Pérez, 1994).

A sequência proposta por Fuller é a seguinte: aparição de um estímulo discriminativo (sinal de trânsito), resposta de evitação ao estímulo aversivo (situação não desejada), presença de estímulo neutro (situação sem risco). A resposta de evitação pode ocorrer antes (antecipatória) ou depois (retardada) da ação do estímulo aversivo, ou mesmo pode não haver resposta. As primeiras são pouco habituais; as duas últimas levam consigo maior risco de acidente (Montoro, 2005).

Segundo Fuller, aprendemos a comportar-nos arriscadamente porque sabemos que a probabilidade de acontecer uma situação perigosa a partir de nossa decisão é improvável ou incerta. Além do mais, vamos obter recompensas e punições graças ao nosso comportamento mais ou menos arriscado. Se obtivermos recompensas por uma ação perigosa, é muito provável que continuemos executando-a. Por exemplo, o excesso de

velocidade é realizado por muitos condutores com sucesso em quase todas as ocasiões, o que significa uma recompensa ao comportamento arriscado (chegar mais cedo, aumenta a auto-estima do condutor). Esse comportamento agora será interpretado como menos perigoso (ou inofensivo) e então diminuirá a percepção subjetiva de que pode ocorrer um acidente (Gras Pérez, 1994; Montoro, 2005).

As principais linhas para intervenção e prevenção passam por três eixos: treinamento do condutor, para melhorar a capacidade de resposta (tanto as antecipadas como as demoradas); atenuação ou eliminação de estímulos aversivos (desagradáveis) do entorno rodoviário, assim como melhoramento da sinalização (identificação de riscos); e estabelecimento de recompensas e castigos claros, definidos e mantidos no tempo (Montoro, 2005).

Estas teorias apresentadas colocam a ênfase nos aspetos motivacionais do risco, levando em conta também aspectos da aprendizagem. Assim, o comportamento seria determinado pelas crenças, expectativas e antecipações, respeito dos eventos futuros. Esse comportamento é baseado nas intenções conscientes das pessoas ligadas à busca de benefícios como rapidez, conforto, velocidade, e outros (Meliá et al, 1998a; Montoro, 2005). As principais críticas a essa teoria são atribuídas ao pouco ou inexistente esclarecimento dos mecanismos envolvidos entre os fatores descritos e ao problema de distinção entre os níveis de análise agregado e individual, por exemplo, na proposta de Wilde. Por último, uma apreciação geral sobre este grupo de teorias é que explicam momentos únicos, situações individuais, porque não podem lidar com comportamentos aninhados em outros. Por exemplo, quando surge um problema e o indivíduo está lidando com um outro (Ranney, 1994).

Como se pode apreciar, o aspecto principal tratado nas teorias originadas nas ciências do comportamento é falha ou desvio humano, definido como um desenvolvimento diferente do ótimo determinado como referência (*reference* ou *normative performance*). Uma diferenciação muito importante a realizar é avaliar se a falha foi feita com ou sem intenção, definindo-se assim dois tipos de falhas: os erros (involuntários) e as violações (voluntárias) (Rothengatter,

1997b). Os erros, por sua vez, podem ser de percepção (fraca avaliação de uma situação) ou de execução (inaptidão para realizar a ação esperada). Além do mais, Brehmer distingue entre erros sistemáticos e variáveis: os primeiros provêm das limitações humanas para processar informação, e os segundos representam a variabilidade intra-sujeito. Ele descreve os erros sistemáticos como previsíveis e que permitem, portanto, certa adaptação e compensação. Já os erros variáveis consideram-se imprevisíveis e são, por conseguinte, descritos como uma das principais causas de acidentes (Ranney, 1994).

Alguns modelos baseiam-se nessa divisão, mas conseguir isolar essas categorias para seu estudo não é tarefa simples. Pior ainda se esses comportamentos são eventos relacionados. Por exemplo: dirigir em alta velocidade é violação, mas muitos erros estão associados à alta velocidade. Além disso, existem importantes diferenças intra e inter-individuais nas *performances*, não representando então uma característica estável para se estudar, visto que o desempenho de um indivíduo pode variar diante as mesmas situações por fatores biológicos (fadiga, álcool) ou psicológicos (depressão) (Rothengatter, 1997a). Na atualidade considera-se que o comportamento humano é parte dos processos dinâmicos onde são estudados erros e violações como eventos complementares do comportamento normal (Ranney, 1994; Rothengatter, 1997ab; Van Elslande, 2003).

Devagar começaram a surgir críticas às teorias estabelecidas, diante da impossibilidade delas explicarem muitos processos e eventos mediante os métodos da ciência contemporânea. Pouco a pouco, essas críticas foram derivando em propostas de mudança, que resultaram na definição de um novo paradigma: a visão sistêmica.

- 12. Teorias de sistemas. Ao redor do ano 1950, o biólogo austríaco Ludwig Von Bertalanffy propôs a “Teoria Geral de Sistemas” para usar diante do novo paradigma que se apresentava. O enfoque sistêmico parte da idéia de que todas as coisas são ou formam parte de sistemas. Esses são definidos como um objeto estruturado composto por elementos próprios e alheios (o entorno), com uma estrutura (relações ou vínculos entre os componentes e

com seu entorno) e com um mecanismo próprio (processos do sistema que fazem com que se comporte de modo peculiar) (Bunge, 2004). Desse momento em diante a teoria se espalhou, vindo a ser utilizada para responder a numerosos problemas científicos, entre eles, o dos acidentes.

No tocante ao presente estudo, a teoria de sistemas é uma abordagem multidisciplinar que explica as inter-relações e interdependências entre os elementos técnicos, humanos e do ambiente componentes do sistema do trânsito, os quais estão interligados e interagem uns com os outros de forma complexa. Esses elementos mantêm um equilíbrio por meio de ciclos de realimentação que provêm de informação para reagir às mudanças do próprio sistema e do entorno, e assim lograr controlar esse equilíbrio. Portanto, os sistemas não são considerados como construções estáticas, mas como formados por processos constantes e dinâmicos em contínua adaptação, tendentes à estabilidade. Para manter essa dinâmica de forma segura e eficiente, o sistema deve estabelecer limites no seu próprio comportamento e adaptar-se às mudanças (Leveson, 2004; Qureshi, 2008).

Assim, os acidentes ocorreriam quando os processos que abrangem os componentes antes mencionados resultam defeituosos. A falha é interpretada como um evento emergente, que quebra o equilíbrio sistêmico, e só acontece quando os fatores causais envolvidos existem simultaneamente num mesmo tempo e espaço determinados. Assim, cada acidente é único, e não existem seqüências estabelecidas na sua produção (Leveson, 2004; Huang, 2007; Qureshi, 2008).

O maior emprego desta abordagem tem-se dado na área dos acidentes de trabalho e acidentes industriais, envolvendo importantes lesões humanas, danos ao meio ambiente e grandes perdas materiais. Os modelos (descritos mais adiante) podem adaptar-se aos AT, mas não são específicos.

Em 1970 R. Thom e E. C. Zeeman propõem, a partir da matemática, a Teoria de catástrofes, que estuda os fenômenos caracterizados por súbitos deslocamentos de comportamentos de sistemas dinâmicos. A partir dos anos 80 aparece a Teoria do Caos (D. Ruelle, E. Lorenz, M. Feigenbaum, S.

Smale, J. A. Yorke) que descreve bifurcações, atrações estranhas e movimentos caóticos de sistemas dinâmicos não lineares. Na década de 1990 é proposta a teoria dos Sistemas Adaptativos Complexos (CAS) por J. H. Holland, M. Gell-Mann, H. Morowitz, W. B. Arthur. A *nuova scienza* da complexidade utiliza categorias e lógicas de análise não clássicas, como a categoria da complexidade e os modelos matemáticos não-lineares, geometria fractal, lógica borrosa e teoria de redes, na presença das dificuldades impostas pelos novos modelos teóricos propostos (caos, sistemas complexos). Visões integradoras, universalistas e transdisciplinares se opõem ao reducionismo e a superespecialização característicos do paradigma dominante vigente. A utilização conjunta de conceitos classicamente “irreconciliáveis”, como o determinismo e o acaso, faz parte do cotidiano das novas abordagens. Trata-se de teorias onde os “processos” são, talvez, mais importantes do que os “estados”, visando estudar melhor a dinâmica, o comportamento, desses sistemas definidos como “complexos”, baseados na própria estrutura dos fenômenos concretos da natureza, da sociedade e da história (Subias, 1991; Almeida Filho, 2000, 2005, 2006; Almeida Filho e Coutinho, 2007). Esta abordagem se apresenta como um moderno e amplo campo de pesquisas, onde numerosos problemas metodológicos e conceituais ainda estão aparecendo.

2. Modelos

Os autores apresentam classificações que diferenciam os modelos principalmente pelo nível de análise, tipo de variáveis escolhidas, metodologia utilizada e pela base teórica escolhida para fundamentá-los. Neste ponto serão apresentados agrupamentos de modelos que foram propostos tanto para a análise de acidentes de trânsito como de trabalho, circunstância que será aclarada em cada caso.

Em 1975, Tambellini Arouca realizou uma interessante classificação das principais abordagens dos acidentes de trânsito, agrupando-os segundo a interpretação que certas ciências realizam sobre esses eventos e seus

desfechos. Ela descreveu um grupo de modelos que provêm da medicina e das ciências físicas e os psico-sociológicos, que procedem das ciências do comportamento (Tambellini Arouca, 1975).

Smith e Beringer, em 1987, propuseram reunir os modelos de análise de acidentes de trabalho, especialmente aqueles que consideravam dimensões sociais e comportamentais na análise, em dois grandes grupos de limites difusos: os seqüenciais, que analisam principalmente a cadeia de eventos que levam ao acidente, e os explicativos, que procuram achar os fatores do entorno, da ação e do indivíduo que estabelecem a seqüência de eventos (Meliá, 1998).

Os pesquisadores Mark Lehto e Gavriel Salvendy reconhecem que, até 1991, não tinham sido feitos muitos esforços para avaliar a enorme quantidade de modelos de causação de acidentes em geral existentes na época. Para isso, eles propuseram uma valiosa taxonomia, sem diferenciar entre teorias, modelos ou métodos de aplicação^v (Lehto e Salvendy, 1991). Mas, além disso, eles desenvolveram a classificação talvez mais completa e extensa até este momento, com quatro grupos principais e onze subgrupos. Para cada modelo analisam uma série de categorias, como a área de aplicação (industrial, transporte, genérico), a intenção (sejam descritivos, genéricos, outros), a focalização (no humano, no processo do acidente, outros), a estrutura (matemática, lógica, outras), os *inputs* (definições, especificações, outros) e os *outputs* (perigos, erros, outros). Os grupos são:

- Modelos gerais do processo do acidente: são os mais antigos, e foram propostos devido a necessidade de análise científica desses eventos. São divididos em quatro subgrupos: modelos seqüenciais (cadeia de eventos), epidemiológicos (multifatorial), de transferência da energia (danos da energia), e os sistêmicos (desvio de estados ideais).
- Modelos do erro humano e do comportamento inseguro: foram desenhados pela crescente importância dos fatores humanos como principais determinantes de acidentes. Também estão divididos em quatro subgrupos: modelos comportamentais, que focalizam nas características do ser humano relacionadas aos acidentes; de tomada de decisão, com foco nas escolhas e

juízos humanos; de processamento de informação, que abordam os erros cognitivos; e as taxonomias dos erros, que priorizam os modos ou tipos de “mau funcionamento” humano.

- Modelos dos mecanismos de lesão humana: estudam especificamente os modos de produção dos danos sobre o corpo, além do traspasse de energia. Os autores referem três subgrupos: modelos do estresse acumulativo (exposição repetida diante de estressores físicos), de risco de utilização manual de materiais (perigos associados ao manuseio de objetos, substâncias, ferramentas) e modelos de causação de quedas (modos mecânicos de causação de lesões).
- Técnicas de aplicação: são esquemas de identificação e análise de perigos, riscos e exposições baseados nos quadros teóricos fornecidos pelos modelos e teorias antes descritas.

Fleury e Brenac retomam a idéia de Theys e Rocher (1984) de classificar os modelos segundo a metodologia utilizada. Assim, nomeiam três grupos: os que utilizam a realimentação da experiência passada baseados na descrição de acidentes já ocorridos; as simulações, que realizam análises matemáticas e permitem calcular as probabilidades de erros humanos e falhas mecânicas; e os que se valem do uso do conhecimento de expertos, que permitem construir cenários de riscos/consequências a partir da análise de sistemas complexos, salientando os eventos iniciadores, os elementos agravantes e as consequências (Fleury e Brenac, 2001).

Recentemente, Katsakiori e colaboradores (2008) publicam uma conveniente classificação geral dos acidentes, tomando conceitos de outros autores, e descrevendo três grupos principais: os modelos seqüenciais, termo utilizado por Hollnagel em 2002, descrevem os acidentes como produzidos por uma seqüência de eventos em uma ordem específica; os modelos com processamento de informação humana, que usa um conceito já tratado na classificação de Lehto e Salvendy de 1991. Esses modelos interpretam que os acidentes são determinados pelas ações e comportamentos humanos. E por

último, os modelos sistêmicos, também originários do trabalho de Hollnagel, baseam-se na teoria de sistemas e utilizam fatores organizacionais e da gestão para descrever a gênese do acidente.

Contudo, há vários trabalhos recentes que não estabelecem uma taxonomia clara, talvez pela falta de diferenças clara entre eles, e os listam sem agrupá-los em categorias definidas, às vezes pela metodologia empregada, às vezes pela teoria que os fundamenta. De qualquer maneira, há grupos de modelos clássicos que se repetem em quase todas as publicações consultadas. Eles são os modelos seqüenciais, os epidemiológicos, os de transferência de energia, os psico-sociológicos e, mais recentemente, os sistêmicos (Raouf, 1998; Huang et al, 2004; Huang, 2007; Magrabi et al, 2007; Qureshi, 2007; Katsakiori et al, 2008). Inicialmente, muitos desses modelos foram criados para ser aplicados em acidentes de trabalho, grandes incidentes industriais como Chernobyl, Seveso, e Bhopal, e em acidentes aéreos e marítimos de transporte. Muitos dos modelos propostos por essas correntes ainda continuam sendo utilizados.

A seguir serão apresentadas as principais características dos modelos acima nomeados, propondo o seguinte agrupamento, na tentativa de unificar classificações: os modelos seqüenciais; os físico-biológicos, procedentes da medicina e da física, nos quais se incluem os epidemiológicos e de transferência de energia; os psicossociais, que procedem das ciências do comportamento; e finalmente os baseados na teoria de sistemas. Expressamente deixamos a parte os seqüenciais, na crença de que eles são a origem do desenvolvimento da grande maioria dos demais nomeados.

2.1) Modelos seqüenciais.

Heinrich propôs, em 1931, um dos primeiros modelos de produção de acidentes, denominando-o de “teoria do dominó” (Raouf, 1998; Huang et al, 2004; Qureshi, 2007). Segundo ele, um acidente é composto por uma cadeia de eventos dispostos numa forma particular no tempo. Por isso, também são chamados de “modelos baseados em eventos” (Qureshi, 2007). Os eventos são essenciais nestes modelos, e se definem como a ocorrência de alguma coisa de

forma não esperada, geralmente com componentes anormais. São considerados discretos, ou seja, acontecem ou não, não havendo oportunidade para ocorrência parcial (Huang, 2007). Lehto e Salvendy (1991) incluem estes modelos como um subgrupo dos "Modelos gerais do processo do acidente".

Heinrich nomeou cinco fatores importantes na sequência de acidentes (Lehto e Salvendy, 1991; Meliá et al, 1998b; Raouf, 1998; Qureshi, 2007):

- Ambiente social e a ascendência: compreende as características do entorno social e a herança do indivíduo, tendo em vista que, segundo Heinrich, alguns aspectos não desejados da personalidade da pessoa (obstinação, imprudência) podem ser herdados ou assimilados do ambiente social, e a levaria a aceitar riscos;
- Falha do indivíduo: os aspectos da personalidade nomeados no ponto anterior (temperamento violento, excitabilidade) são considerados erros individuais que podem levar a atos inseguros;
- Atos ou condições inseguras: compreendem situações como pouco planejamento das tarefas, equipamentos inseguros (carro velho), ambientes de risco (rodovias em más condições). As razões principais pelas quais os indivíduos cometem os atos inseguros são atitudes impróprias, estado físico não apropriado e falta de conhecimento ou habilidade. Tais condições, somadas a ambientes impróprios (mecânico ou físico) são consideradas as causas diretas do acidente. Geralmente se diz que 88% dos acidentes são provocados por atos humanos perigosos, 10%, por condições perigosas e 2% por fatos fortuitos (Raouf, 1998).
- Acidente: segundo Heinrich, é um "*evento não planejado e incontrolado, no qual a ação ou reação de um objeto, substância, pessoa ou radiação, resulta numa lesão ou na probabilidade de que isso ocorra*" (Heinrich et al, 1980, citado em Meliá et al, 1998a) . É causado por um evento não desejado nem esperado, que inicia a cadeia de eventos;
- Dano ou lesão: as lesões são os desfechos dos acidentes. Além da lesão física ao organismo humano, refere-se também às perdas materiais, de tempo ou dinheiro.

A evolução e desenvolvimento deste modelo por parte de outros autores levou à inclusão de aspectos organizacionais como falhas da direção, supervisão, erros estratégicos na estrutura inicialmente proposta por Heinrich, mudando os conteúdos dos “dominós”, mas respeitando a sequência, e assim tornando mais complexo o esquema. Essas inclusões se deveram principalmente à crítica de que o modelo original só trabalhava no nível operacional (Meliá et al, 1998b; Huang, 2007). Outros modelos mais modernos baseados em eventos assinalam a presença de fatores distribuídos em níveis hierárquicos, sendo gerado o acidente através de múltiplas sequências de eventos (por exemplo, o método chamado “árvore de eventos”, ou outro mais moderno chamado “modelos acidentais de redes” [*network accident models*]) (Lehto e Salvendy, 1991; Qureshi, 2007).

Neste grupo, talvez o primeiro modelo desenvolvido exclusivamente para a análise dos AT tenha sido o proposto por B. F. Goeller em 1968, chamado modelo de fases ou estágios (“*Stage model*”), no qual o autor dividia o acidente em três fases (pré, intra e pós acidente) com uma cadeia de eventos observáveis entre elas. Cada fase estaria composta por diferentes sub-fases ou estágios (NHTSA, 1969; Lehto e Salvendy, 1991; Rand Corp., 2007):

- pré-acidente: predisposição, iniciação, justaposição (confronto com o perigo), e evasão;
- intra-acidente: fase da primeira colisão (impacto no veículo) e fase da segunda colisão (impacto nos passageiros).
- pós-acidente: fase do tratamento inicial, do transporte de emergência e do tratamento primário.

A fase de predisposição, no pré-acidente, é tratada como um conceito vital deste modelo, visto que remete a erros e tomadas de decisão do condutor. É interessante ressaltar que esta proposta aparece no mesmo ano que Haddon publica seu modelo tão famoso, conforme se verá mais adiante.

A partir destes modelos, considera-se que o acidente é produzido por uma cadeia (única ou múltipla) de eventos e se deve a uma única causa, com

relações lineares e determinísticas. É por isso que se propõe que a forma de prevenir o evento seja quebrando essa cadeia (“tirar um dos dominós” da sequência). Os atos e condições inseguras (o terceiro elo da cadeia) são considerados os fatores principais a evitar na prevenção dos acidentes (Lehto e Salvendy, 1991; Qureshi, 2007).

Estes modelos são ótimos para explicar acidentes simples, geralmente causados por falhas dos componentes físicos, mas não o conseguem frente o tráfego atual, cuja causação envolve múltiplos fatores combinados em complexas relações. No entanto, serviram como alicerce de propostas novas e mais abrangentes, pois muitos dos modelos passaram a utilizar como base a estrutura de fatores sequenciais deste modelo.

É importante assinalar que, mesmo tentando localizar a maior quantidade de eventos relacionados à produção do acidente, estes modelos focalizam a busca no erro humano e detêm a pesquisa nesse ponto, porque o indivíduo é considerado o componente mais débil e propenso à falha (Huang et al, 2004). Jeffrey W. Vincoli, um engenheiro que atualizou a teoria de Heinrich, em 1994 publicou um livro onde, além de tomar alguns conceitos da organização, fez um importante avanço teórico. Ele nomeou os atos ou condições inseguras originais (o terceiro dominó) como *Causas Imediatas*, às quais chamou de *Sintomas* (Vincoli, 1994), considerando-os sintomas das “causas de origem”, essas causas distais que se assemelham às descritas pela teoria da multicausalidade (Krieger, 1994; Raouf, 1998; Almeida Filho, 2000; Urquía, 2007). Vincoli diz que se a gerência permitir esses fatores distais acontecerem os acidentes continuariam ocorrendo, mas insiste na prioridade em procurar esses sintomas. Esse fato tem correlato com o expressado por MacMahon e Trichopoulos a respeito da irrelevância de compreender os mecanismos causais em sua totalidade para adotar medidas preventivas (MacMahon e Trichopoulos, 2001). Essa estratégia tem tido resultados positivos em inúmeras oportunidades, mas a priorização dessas causas imediatas, geralmente relacionadas a atos humanos, leva também a esquecer o contexto. Assim, desde essa visão é muito fácil acabar culpando ao motorista ou ao pedestre pelo comportamento, desconhecendo-se as circunstâncias onde esses

comportamentos se originam. E mais, a responsabilidade da prevenção é colocada no indivíduo, buscando-se mudança e controle dos comportamentos individuais (Almeida Filho, 2000; Ayres et al, 2006; Urquía, 2007). Resulta importante salientar que estes modelos foram elaborados em épocas de forte crescimento do poder biomédico, e com forte influência de modelos propostos pela a engenharia mecânica (Almeida Filho, 2000; Huang et al, 2004; Urquía, 2007).

2.2) Modelos físico-biológicos.

Neste ponto serão comentados os principais aspectos das abordagens de transferência de energia e epidemiológicas dos acidentes. São os subgrupos dos “Modelos gerais do processo do acidente”, segundo Lehto e Salvendy (1991). Ambos compartilham muitas características, pois muitos dos modelos epidemiológicos, principalmente aqueles que provêm da medicina, dão importância vital à energia e à resistência das estruturas humanas e materiais.

2.2.a. Modelos de transferência de energia.

Esses modelos indicam que as lesões ou danos nas equipes se produzem devido à transferência de quantidades não toleráveis de energia. O primeiro autor a identificar de forma precisa os agentes das lesões como as várias formas de energia (termal, radiante, química, elétrica, e mecânica) foi um psicólogo, J. J. Gibson em 1961, observando que essa energia deve ultrapassar os limiares de resistência dos tecidos ou das estruturas para ocasionar a lesão ou dano (Gibson, 1964; Runyan, 2003; Robertson, 2007). Os acidentes, então, seriam as situações onde essa energia é liberada, de forma inesperada e não desejada; a quantidade (ou concentração) de energia determina a gravidade da lesão (Glizer, 1993; Huang et al, 2004; Sleet et al, 2004; Robertson, 2007). Reinald Skiba, em 1973, propôs um modelo onde a liberação de energia é considerada como causa direta do acidente. Ou seja, também para este autor, acidente seria sinônimo de lesão. Skiba assinalou quatro conceitos principais: pessoa, objeto, risco (como energia que pode causar dano, lesão, perdas) e perigo (como exposição ao risco). Pessoa e objeto possuem cada um uma “área

de ação” que, no momento da liberação de energia, se transformam em “áreas de risco”. A superposição das áreas de risco geraria uma “área de perigo” (aumento da probabilidade de acidente), com uma lesão como resultado provável (Meliá et al, 1998b; Skiba, 1998).

Também em 1973, Haddon Jr. expandiu esses modelos propondo uma série de 10 medidas para contra-arrestar os danos provocados pela transferência de energia. Essas contramedidas se dirigem às diferentes fases da sequência do modelo epidemiológico (apresentado mais adiante), e são (Haddon Jr, 1973; Lehto e Salvendy, 1991; Robertson, 2007):

- (1) prevenir o acúmulo de energia,
- (2) reduzir a quantidade de energia acumulada,
- (3) prevenir a liberação de energia,
- (4) reduzir a distribuição espacial da energia liberada,
- (5) separar, em espaço ou tempo, o hóspede da fonte de energia,
- (6) colocar uma barreira entre o hóspede e a fonte de energia (interposição de algum material isolante),
- (7) modificar o entorno para diminuir o dano que produzirão as estruturas que entrarão em contato com o hóspede,
- (8) fortalecer estruturas susceptíveis ao redor do hóspede,
- (9) detectar e eliminar a liberação e disseminação de energia rapidamente,
- (10) realizar procedimentos para reduzir as consequências do dano.

Estes modelos serviram de base para muitos outros mais avançados, que os combinaram com propostas mais modernas. Sua principal utilidade é ajudar na identificação das causas das lesões, subsidiar a avaliação dos riscos que provêm da energia e possibilitar o controle da mesma, além de serem úteis no desenho e desenvolvimento de contramedidas em veículos e equipamentos para evitar as consequências (Raouf, 1998; Huang et al, 2004).

No entanto, estes modelos não estão preocupados em como ou porque acontece o evento. Eles apenas estudam o dano ou lesão de um ponto de vista estruturalista, no qual o que importa é o tipo de lesão e o tipo de energia envolvida no evento. É por isso que as medidas de prevenção propostas giram em torno dos elementos que emitiriam essa energia (visando a eliminação da fonte), do processo de transferência em si (isolamento da trajetória, instalação de elementos de absorção e barreiras, colocação de isolantes), e da proteção externa do indivíduo (limitação da exposição, utilização de equipes de proteção individual), como propusera Haddon Jr. (Haddon Jr, 1973; Raouf, 1998; Huang et al, 2004).

2.2.b. Modelos epidemiológicos.

Uma atualização da teoria da transferência de energia é a proposta de William Haddon Jr. Ele foi fortemente influenciado por dois predecessores: o primeiro é o já nomeado J. J. Gibson, de quem tomou, além dos conceitos de transferência de energia já enunciados, a questão do papel do contexto, composto por três elementos principais: físico, biológico e sócio-econômico, sobre o comportamento e desenvolvimento humano (Volpe, 2003). O segundo autor é John E. Gordon, que propôs, em 1949, utilizar a metodologia usada na época para a análise das doenças infecciosas: a tríade epidemiológica hóspede – agente – ambiente (HAA) (Gordon, 1964). Por essa razão, esse grupo de modelos é chamado epidemiológico (Huang et al, 2004; Huang, 2007).

Em 1964 Haddon Jr. e colaboradores publicaram o livro *"Accident Research: Methods and Approaches"*, onde apresentam uma forma não fatalística de análise das causas das lesões baseada em métodos científicos (Haddon Jr et al, 1964), incluindo os dois principais artigos de Gibson e Gordon. Em 1968 o mesmo Haddon propôs uma abordagem superadora dos AT, agregando à proposta de Gordon (HAA) as três fases de uma colisão de veículo (a prévia, a fase do impacto e a posterior). Assim, ele estabeleceu uma matriz de nove células combinando a tríade com as fases, onde são descritos os fatores presentes que levariam ao acidente segundo surgia do estudo do evento, e também são enumeradas as possíveis intervenções (Haddon Jr, 1968,

1972; Runyan, 2003; Robertson, 2007). As três fases da colisão apresentam uma extraordinária similitude com o modelo de fases de Goeller, mas ninguém mencionou essa coincidência - influência.

Uma atualização do modelo sugere agregar uma “terceira dimensão” na matriz. Em 1998, Runyan propõe acrescentar outro lateral à matriz bidimensional para transformá-la em tridimensional, acrescentando conceitos trazidos da análise política (efetividade, equidade, estigmatização, custo, viabilidade e outros). Cada conceito deve ser testado em cada uma das células da matriz original bidimensional, resultando em uma boa ferramenta na hora de eleição e avaliação de intervenções (Runyan, 1998).

De forma superadora, Fleury e Brenac (2001) apresentam um modelo para a análise dos AT que contém um conceito trazido do campo da segurança no trabalho. Trata-se da idéia de “cenário prototípico”, entendendo-o como um modelo que apresenta os acidentes como “uma cadeia de fatos, ações, relações causais e conseqüências”. Esses autores indicam que no campo dos AT utiliza-se habitualmente o conceito de “fator”, interpretado como uma variação de uma referência (a norma, o standard). Mas, além de identificar as falhas cuja eliminação impede o acidente, é necessário pesquisar os processos que podem ter influenciado na cadeia de eventos durante um acidente. Assim, o cenário prototípico seria um arquétipo de uma série de acidentes que apresentam características similares, elaborado mediante uma construção abstrata, que apresenta as principais características de todos os acidentes do grupo, sem particularidades concretas de um acidente do grupo.

Poder-se-ia dizer que, desde a aparição do modelo de Haddon, com maior ou menor grau de aprofundamento na análise e busca dos fatores, ou por meio de técnicas mais ou menos complexas, esta abordagem tem sido dominante nas publicações sobre o tema. Metodologicamente, esses modelos estão dirigidos à busca dos fatores ou determinantes (velocidade, álcool, tipo de veículo, estado da estrada, e muitos outros) que tiveram relação com o evento (conforme sejam identificados pela matriz), procurando-se avaliar seu peso na geração dos AT por meio de métodos quantitativos.

Como já foi dito, estas abordagens são melhoramentos das anteriores; ou seja, não deixam de ser modelos sequenciais onde a importância radica na lesão, embora acrescentem importantes aspectos que reconhecem o acidente como um problema ecológico, entendendo a causação como uma combinação de determinantes que provêm dos três componentes da tríade HAA. Assim, o evento deixa de ser um fato com uma cadeia causal simples, para transformar-se num modelo onde os múltiplos fatores envolvidos podem ser estudados de forma organizada pela incorporação da metodologia epidemiológica. Os fatores deixam de ser discretos: podem estar presentes (latentes) e o acidente não ocorrer, ou acontecer em diferentes intensidades, ou terem começado muito tempo antes para expressar-se atualmente (por exemplo, a deterioração do veículo) (Tambellini Arouca, 1975; Runyan, 2003; Huang, 2007).

Esta abordagem ajudou a mudar a estratégia de pesquisa em acidentes, que passou de descritiva para etiológica. Essa intenção se vê claramente no título do artigo publicado por Haddon em 1968: "*The changing approach to the epidemiology, prevention, and amelioration of trauma: The transition to approaches etiologically rather than descriptively based*"^{vi}, onde apresenta a descrição do seu modelo clássico (Haddon Jr, 1968). Assim, esse modelo se apresenta útil tanto na conceitualização de fatores etiológicos, guiando pesquisas epidemiológicas, como para identificar potenciais estratégias de prevenção, momento necessário no desenvolvimento de intervenções (Runyan, 2003).

No entanto, o fato de colocar o foco principalmente nos desfechos do evento (a lesão física), reconhecendo como fundamental o estudo da transferência de energia mecânica e a tolerância física humana (Glizer, 1993; Robertson, 2007) faz com que a existência do evento (acidente) esteja condicionada à presença do dano. Caso a lesão não exista, então o acidente (mesmo tendo ocorrido) não teria importância. É por isso que as análises se dirigem principalmente aos fatores que levam a um maior risco de exposição a quantidades lesivas de energia (concentração), ao traspasse de energia aos tecidos humanos ou a uma vulnerabilidade maior desses tecidos. Não se considera a intenção do acidente e não são importantes aqueles fatores que

não sejam passíveis de mudanças substanciais. Esses são tratados como contribuintes fracos e/ou indiretos da incidência ou severidade da lesão (Robertson, 2007).

Nestes modelos, a multicausalidade é interpretada a partir do conceito de “rede” causal (Krieger, 1994; Almeida Filho, 2000). Procuram-se “causas necessárias passíveis de intervenção”, o que pode levar à simplificação da trama da “rede”, ao perseguir maior praticidade na busca dessas causas (Almeida Filho, 2000; Macías, 2004; Urquía, 2007). Então as causas que geralmente ficam mais perto da lesão são as verdadeiramente dignas de serem consideradas úteis na redução do desfecho. Além do mais, embora o modelo de Haddon não exclua os fatores relacionados ao comportamento, não os destaca (Gielen e Sleet, 2003). Esta visão tem feito com que muitos fatores do hóspede (geralmente os mais distantes do acidente) tenham sido definidos como “não mutáveis”, principalmente pela predominância do estudo e análise da lesão em detrimento do evento. Mas abordagens sociológicas ou culturais já têm provado que muitos desses fatores são “mutáveis” (Lu, 2006).

Assim, falando em prevenção, somente as melhoras na segurança dos veículos, rodovias e condutores são apontadas como elementos fundamentais na prevenção das lesões (Robertson, 2007). Resulta interessante uma frase publicada na terceira edição do livro *“Injury epidemiology”* de Robertson que, no capítulo “Uso e abuso da análise causal” diz (Robertson, 2007):

“Motor vehicle injuries have been reduced, for example, by improved vehicle crashworthiness, lighting dark sections of road, and channeling traffic, without reducing alcohol or otherwise changing drivers”. E continua: ... “while the notion of causal web may be useful to call attention to the complexities of multiple causes of diseases and injuries, it may disable our minds in thinking about prevention” (pág. 82).

É claro que as taxas de mortes por AT têm diminuído muito após o estabelecimento dessas melhorias; mas também é claro que esses indicadores têm alcançado um patamar que dificilmente diminui unicamente com a utilização desse tipo de medidas (Evans, 1996; Rocha, 2005). De fato, Noland

sugere que uma parte importante dessa diminuição é devida a melhores tratamentos médicos na fase de pós-acidente, especialmente em países industrializados (Noland, 2003). E mais, em muitos países, apesar das melhorias nos carros e nas estradas, as taxas continuam crescendo (Peden et al, 2004).

Assim, mesmo com inovações (a “terceira dimensão”) e representando uma melhora das abordagens iniciais dos acidentes, a matriz de Haddon não deixa de ser um modelo seqüencial, que prioriza a lesão, e não consegue lidar completamente com as interações presentes entre os componentes que conformam o trânsito (Huang, 2007). Enfim, esta corrente de pensamento estuda a lesão (injury) e não a produção da batida (crash, accident) (Glizer, 1993; Huang et al, 2004).

Alguns autores chamam também “epidemiológicos” a uma série de modelos propostos ao redor dos anos 80, que se caracterizam por descrever os acidentes como desfecho de uma combinação de um número suficiente de variáveis, geralmente relacionadas com os comportamentos individuais e organizacionais (algumas manifestas e outras latentes) que se apresentam em um momento específico no tempo e espaço (Magrabi et al, 2007; Qureshi, 2007). Esses modelos provêm diretamente da psicologia e apontam mais para o erro humano, pelo que serão descritos junto com os psicossociais na próxima seção.

Segundo Montoro, o otimismo acumulado pelos logros obtidos a partir da utilização das medidas tecnológicas (reformas em veículos e estradas, principalmente) levou a pensar que melhorar a condução era também uma questão mecânica de treinamento de habilidades. Mas esses modelos foram questionados, dando início ao desenvolvimento de modelos baseados na análise de fatores humanos como responsáveis pelo acidente (Montoro, 2005). Como Evans disse (Evans, 1996):

“Crash avoidance can reduce more harm than protecting road users when crashes occur. The key to avoiding crashes is changing the behavior of road users.” (p. 785)

2.3) Modelos psicossociais

A finalidade do tráfego é o traslado de um ponto para outro, de coisas e indivíduos. Com seus impactos positivos e negativos, a mobilidade individual se origina nos desejos, decisões e comportamentos das pessoas, coisas que podem ser influenciadas por situações individuais ou coletivas. Não se pode negar a importância dos aspectos ligados à engenharia e à medicina na gênese dos AT, mas uma parte importante deles acontece por fatos que têm a ver com erros humanos (comportamentais, de informação, de perícia), que não podem ser explicados pelas ciências médicas nem pelas ciências físicas (Tambellini Arouca, 1975; Meliá et al, 1998a).

Assim, pouco a pouco, foi surgindo uma especialidade dentro da psicologia, chamada Psicologia do Trânsito, que estuda tanto o comportamento do usuário da estrada, como também aqueles processos e fenômenos psicossociais que estão por trás e influem nesse comportamento. Basicamente, esta disciplina trabalha na análise do desempenho do condutor, suas características e condições psicológicas (como a percepção, a cognição, estado de alerta, processamento da informação, expectativas, atitudes e emoções, e muitas outras categorias analíticas) e as relações entre os antecedentes pessoais e ambientais do comportamento, os conflitos e acidentes (Hoffmann, 2005).

Uma questão muito interessante é que a psicologia do trânsito presta particular importância aos aspectos do condutor do veículo mais do que aos outros usuários da rua (pedestres, ciclistas), identificando geralmente as abordagens como “modelos de condutores” (*driver's models*)^{vii} (Rothengatter, 1997a). O comportamento do pedestre, do idoso, da criança ou do ciclista/motociclista tem sido o objeto de uma menor quantidade de publicações, mesmo reconhecendo que estes últimos grupos são considerados mais vulneráveis aos AT.

Os modelos psicossociais estudam as características psicológicas e sócio-culturais dos indivíduos (ou grupos de indivíduos) considerados “expostos” a riscos. O acidente é definido de forma quantitativa, como graus das categorias estudadas, onde o mais importante não são suas conseqüências sobre

indivíduos ou coisas, senão como se produz o evento em si. Isto é, estes modelos procuram em conhecer o porquê do evento, e não com a lesão ou o dano provocado (Tambellini Arouca, 1975; Meliá et al, 1998a; Macías, 2004).

Existem dois níveis de análise: o individual e o societário. No primeiro, o foco da análise são os comportamentos das pessoas consideradas “desviadas”, originários de comportamentos individuais influenciados por fatores sociais (apartir dos grupos aos quais a pessoa pertence); no segundo nível importa estudar as características não funcionais (patológicas) das sociedades envolvidas, que favorecem a aparição do evento. Por exemplo, forças econômicas ou políticas que influiriam negativamente na promulgação de uma lei de trânsito (Tambellini Arouca, 1975; Meliá et al, 1998a).

A prevenção está principalmente dirigida às modificações de comportamentos, tanto individuais como sociais, que são identificados como possíveis determinantes na emergência do acidente. Interessa também a “culpa” da ocorrência, ou seja, a intencionalidade, para procurar esses indivíduos antes que o acidente aconteça, bem como para criar “tratamentos de re-adaptação” destinados a reintegrá-los aos parâmetros ditos “normais” na sociedade (Tambellini Arouca, 1975; Meliá, 1998; Meliá et al, 1998a).

Também não há uma classificação uniformemente aceita das abordagens deste grupo. Tambellini Arouca assinala vários grupos: os modelos quantificadores, onde é estudado o comportamento do indivíduo em relação aos aspectos do ambiente e do papel que representa no momento do evento; os psicologistas, com propostas psicanalíticas, da psicologia experimental, abordagem marginalista e de predisposição aos acidentes; e os sócio-culturais, que incluem a teoria do limiar social e a da patologia social (Tambellini Arouca, 1975).

Por sua vez, Michon, em 1985, propôs separá-los em modelos de “traços” ou taxonômicos. Tratam-se essencialmente de relatórios precisos ou listas de fatos - eventos, orientados pelo comportamento; e modelos funcionais, que estudam a forma com que os indivíduos lidam com as situações na rua, orientados pelo estado interno do indivíduo (Rothengatter, 2001; Hoffmann,

2005; Keskinen, 2007). Não nomeia especificamente aos que analisam os AT desde o nível societário.

Rozestraten (1988) indica a “propensão ao acidente”, o estudo dos “desajustes sociais e pessoais”, e o erro humano, como principais abordagens da psicologia do trânsito na pesquisa.

Por sua vez, Meliá e colaboradores os classificam em mecanicistas (modelo de Heinrich – já descrito, de interação homem – máquina e dos modelos de erro humano) e em psico-sociológicos (comportamentais, cognitivos, de personalidade e de perspectiva sociológica) (Meliá et al, 1998b; Meliá et al, 1998a). Deve ser aclarado que os modelos classificados por Meliá foram descritos para acidentes de trabalho, mas que podem ser adaptados para acidentes de trânsito.

Rothengatter, simplificando, indica que existiriam dois tipos de modelos: aqueles que avaliam a desempenho (*performance*) do indivíduo, e os motivacionais, que pesquisam o porquê as pessoas levam a cabo determinadas ações em certas situações (Rothengatter, 2001).

Uma tentativa de classificação simples dos modelos psicossociais é a proposta de Montoro, que classifica os modelos em causais, os mecanicistas ou de habilidades humanas (também chamados propositivos ou cognitivo-motivacionais) e outros modelos (Montoro, 2005).

A única autora que nomeia os modelos que abordam desde níveis sócio-culturais é Tambellini Arouca. Os outros indicam que fatores psicossociais influem na percepção, atenção, processamento de informações, etc., mas não nomeiam modelos ou abordagens específicas. Então, a relação apresentada a seguir surge da utilização, comparação e combinação das diferentes propostas antes mencionadas. Sem querer estabelecer uma nova classificação, o agrupamento estaria dado principalmente pelo aspecto individual ou social que priorizam na análise. Assim, vamos descrever os seguintes grupos de modelos descritos na literatura: aqueles que priorizam os aspectos individuais e os que salientam as características sócio-culturais. Por último, serão nomeados brevemente os modelos matemáticos.

2.3.a. Modelos de análise no nível individual.

Sob esta denominação encontramos um grupo de modelos que assumem que o comportamento do condutor está determinado por estados próprios do indivíduo. Estes modelos estão principalmente baseados nas teorias de Naatanen e Summala ("Risco Zero"), Teorias da "ação razoada" e do "comportamento planejado" (de Fishbein e Ajzen), "Teoria Homeostática do Risco" de Wilde e na de "Ameaça – Evitação" de Fuller, a depender do modelo (também podem tomar e combinar conceitos de mais de uma delas) (Ranney, 1994).

Dentro deste grupo vamos utilizar a classificação de Michon, em modelos taxonômicos e funcionais (Rothengatter, 2001; Keskinen et al, 2003; Keskinen, 2007).

- Taxonômicos: (causais para Montoro, "*Performance approaches*" de Rothengatter) estes modelos avaliam as diferenças individuais na participação nos acidentes. O objetivo principal é procurar a causa pela qual os usuários da estrada cometem erros, e qual o fator do ambiente da estrada ou do trânsito que provoca esses erros (ou seja, o "como"). Não são levadas em conta as motivações dos usuários (os processos psicológicos, os "estados internos" como descreve Rothengatter), mas sim as características individuais (idade, sexo, experiência) (Rothengatter, 1997a, 2001) e, portanto, não apresentam as relações dinâmicas que existem entre seus componentes (Ranney, 1994; Cnossen, 2000). Chamam-se modelos de "traços" àqueles que também consideram os estados internos, aspectos geralmente tratados nos modelos funcionais, procurando aquela "predisposição aos acidentes" tão discutida (Langley, 1997). Então, estuda-se o desempenho (*performance*) do condutor, como reflexo das capacidades individuais (cognoscitivas, de percepção e de controle do veículo) num ambiente determinado (a estrada, o trânsito). Estes modelos têm descrito com muito sucesso os limites da percepção e motrizes que influenciam a condução (Lee, 2008). Além disso, foram muito úteis na formulação de

objetivos educativos para a condução. Muitas pesquisas foram levadas a cabo com o objetivo de identificar diferenças individuais nas capacidades de condução, que pudessem selecionar condutores com maiores chances de sofrer acidentes (Ranney, 1994). O fato de que não tratassem sobre os processos psicológicos, e que o desempenho nunca apareceu como um fator determinante na participação em acidentes, fez com que os modelos taxonômicos tenham sido superados pelos funcionais. Alguns modelos que pertencem a este grupo são (Ranney, 1994; Rothengatter, 1997a, 2001; Keskinen, 2007):

- o modelo de McKnight (junto a Adams em 1970; e a Hundt em 1971) talvez foi o primeiro em desenvolver e estimular a educação do condutor, baseado em modelos psicológicos. Eles identificaram 45 tarefas principais e 1700 menores na condução a serem respeitadas para dirigir com segurança. É mais uma descrição bem detalhada, do que um modelo.
- Harano, Peck e McBride, em 1975, utilizaram características demográficas (idade, sexo), psicológicas (atitude, percepção) e comportamentos públicos (multas anteriores, distância recorrida) num modelo como variáveis preditoras de acidentes passados. No total, utilizaram 337 características e acharam que eram mais importantes as demográficas do que a percepção e as variáveis psicomotoras.
- Barret et al., em 1973, apresentam um modelo que utiliza três grupos de variáveis (estilo perceptual, atenção seletiva e tempo de reação perceptual-motriz) na análise da causação dos acidentes. Este modelo é considerado um dos dois mais importantes na identificação de preditores, já que foi base de muitas pesquisas. Em 1977 Panek et al. acrescentaram três categorias mais (visão, vigilância e tomada de decisão) ampliando o modelo anterior e cobrindo o comportamento do condutor, além da análise da causação. O preditor mais

importante e mais consistente achado por estas pesquisas é a atenção seletiva.

- Funcionais: (mecanicistas ou de habilidades para Montoro, "*Motivational approaches*" para Rothengatter) estes modelos priorizam a forma como as pessoas lidam com as tarefas ou com os riscos que têm a ver com o trânsito (Rothengatter, 2001; Montoro, 2005). O interesse não está dirigido principalmente ao erro do condutor, nem nas características individuais preditoras estáveis como idade, sexo, experiência. A principal questão é responder "porque" os indivíduos levam a cabo as tarefas da maneira que as fazem, assumindo implicitamente que as formas seguras de conduzir, andar de bicicleta ou de atravessar a rua estão ao alcance de todos. Assim, o acidente pode ser explicado como produzido pela personalidade, atitude ou motivação (Rothengatter, 2001; Montoro, 2005). Esses fatores influiriam nos comportamentos, que então aparecem como imagem das escolhas que os indivíduos fazem em relação às metas (chegar a destino), prioridades (chegar a tempo ao destino), compensação de funcionamento (eleição de caminhos alternativos diante de um engarrafamento) e margens de segurança (não utilização de cinto de segurança) (Lee, 2008). Estes modelos também analisam as relações dinâmicas existentes entre os componentes estudados (Cnossen, 2000). Podem classificar-se em Motivacionais, cognitivos (ou de processamento de informação), os hierárquicos e baseados na automatização (Ranney, 1994)

1. Motivacionais: estes modelos apontam para os fatores transitórios e específicos de cada situação que surge no trânsito. Ou seja, focalizam o que o usuário da estrada "faz na hora", numa situação de trânsito específica, mais do que focalizar-se no nível de destreza ou conhecimento (Ranney, 1994).

Dois conceitos são importantes: o risco é fundamental (entendido como possibilidade de sofrer um acidente) e a ênfase sobre a

transitoriedade das situações (fatores específicos de cada situação). O primeiro considera que utilizar a estrada (dirigir um veículo, andar em bicicleta, atravessar a rua) é uma atividade auto-regulada e que os condutores escolhem a quantidade de risco que estão dispostos a tolerar; o segundo, indica que essa escolha é específica e única para uma situação dada. Assim, se considera que o principal fator que influencia o comportamento é esse risco associado com os desfechos possíveis, mas, geralmente, sem realizar uma análise consciente dos riscos associados aos desfechos alternativos (Ranney, 1994; Cnossen, 2000).

Os modelos motivacionais surgiram nos anos '60 e '70 do século passado como alternativa aos modelos baseados em habilidades individuais, que não tiveram sucesso em achar traços de personalidade estáveis para explicar a emergência do acidente.

A principal crítica é a ausência de comentários acerca dos mecanismos internos. Além disso, geralmente existe muita confusão entre níveis de análise (individuais ou agregados). Os principais modelos dentro deste grupo são os baseados nas teorias de Fuller, Naatanen e Summala e de Wilde (Ranney, 1994).

2. Cognitivos ou de processamento de informação: estes modelos estão compostos por uma sequência de fases (percepção, decisão e seleção da resposta, e execução da resposta), assumindo-se que em cada fase existe transformação dos dados iniciais, demorando algum tempo em completá-las. O indivíduo é tratado como um tomador de decisões ativo ou mesmo como um procurador de informações, mais do que um "respondente" passivo (Ranney, 1994; Fuller, 2005). Logo após ter passado as duas primeiras fases, o indivíduo escolhe e executa um comportamento (resposta) dentre um leque de possibilidades, apresentando-se problemas quando vários processos de informação aparecem de forma simultânea em

lugar de apresentar-se de forma seqüencial, pela limitada capacidade do humano de fazer duas coisas ao mesmo tempo. Assim, o desempenho dependeria dos “engarrafamentos” de informação que puderam produzir-se em uma ou várias das fases do processo (Lee, 2007). Estes modelos têm sido criticados porque não incorporaram componentes motivacionais ou emocionais (Ranney, 1994).

Exemplos destes modelos são aqueles que estudam os tempos de reação e os desfechos diante de estímulos específicos (input de informação) em diferentes situações ou grupos de indivíduos (idosos, jovens).

3. Hierárquicos: Os modelos hierárquicos supõem a presença de níveis de processos e controle na condução. Foram propostos inicialmente por Michon, em 1971, e outros pesquisadores (Janssen em 1979, Rasmussen em 1987, e van der Molen e Bötticher em 1987) apresentaram modelos explicativos hierarquizados do comportamento do condutor.

Classicamente foram descritos três níveis hierárquicos (Hatakka et al, 2001, 2002; Pedragosa, 2004; Hoffmann, 2005; Montoro, 2005): um nível superior ou estratégico (planejamento do trajeto, motivos da viagem, tipo de transporte, itinerário, a estimação do tempo custos e riscos); um médio, tático ou de manobras (eleição das tarefas específicas e necessárias para os momentos específicos: câmbios de direção, prioridade em dobrar, ultrapassagem, etc.), e um inferior ou operacional (execução e controle das manobras escolhidas: conservação da distância de seguimento, ajuste de velocidade). Estes modelos podem combinar aspectos motivacionais e atitudinais com o desempenho do usuário da estrada (Hatakka et al, 2001, 2002). No ano 2001, Laapoti et al. acrescentaram mais um

nível (“objetivos para a vida e habilidades para viver”) que incorporaria dimensões mais elevadas (Fuller, 2005).

O controle classicamente era atribuído aos níveis superiores (ou seja, decisões do nível estratégico controlariam o comportamento dos níveis inferiores), até que Michon indicou em seu modelo a possibilidade de controle desde os níveis inferiores para os superiores (Ranney, 1994).

Algumas condições momentâneas do trânsito levam a um ajuste do comportamento nos diferentes níveis. Por exemplo, evitar um engarrafamento (nível estratégico), respeito a prioridade de passagem numa interseção (nível tático), ajustes momentâneos do volante e aceleração (nível operacional) (Ranney, 1994; Cnossen, 2000). Cada nível está associado a uma escala temporal própria: as decisões demoram minutos ou horas no nível estratégico, segundos no segundo nível, e frações de segundo no nível operacional (Cnossen, 2000).

Existe uma relação dinâmica entre as atividades dos diferentes níveis; também cada um deles precisa de tipos de informação diferentes (memória de longo prazo para as decisões estratégicas, dados imediatos do entorno para os outros níveis) (Ranney, 1994).

Os principais modelos são: o de Michon (já descrito anteriormente), o de Rasmussen, o de Van der Molen e Böttcher e o de Reason. Esses quatro últimos são os mais nomeados e utilizados, e por isso serão descritos brevemente:

- Modelo do comportamento humano de Rasmussen, de 1987. Propõe o esquema SRK: comportamento baseado em habilidades (*Skill*, semelhante ao operacional), regras (*Rules*, o tático), e conhecimento (*Knowledge*, o estratégico) para distinguir entre três níveis diferentes de controle cognitivo humano do entorno (Ranney, 1994; Katsakiori et al, 2008). O processo se desenvolveria da seguinte forma: o nível inferior

(habilidades) é o mais rígido e é controlado automaticamente; o seguinte nível (regras) é controlado pelas normas estabelecidas para a situação específica; e o controle do comportamento no nível superior está baseado na “solução de problemas”, onde não existem regras estabelecidas senão que o comportamento é conformado pelo conhecimento prévio apreendido e guardado na memória. Mas é criticado porque não especifica bem as relações entre os níveis, sendo por isso que alguns autores o consideram taxonômico (Ranney, 1994; Keskinen et al, 2003).

- Modelo hierárquico do risco de Van der Molen e Bötticher (1988): indica que as situações que acontecem nos níveis superiores (erros ou sucessos) vão afetar o desempenho no nível inferior, mesmo que mudanças nos níveis inferiores possam ter efeitos sobre o todo sistema (melhoras na execução de tarefas levam ao planejamento de diferentes estratégias) (Hatakka et al, 2002; Montoro, 2005). No entanto, apesar deste modelo assinalar relações dinâmicas entre os níveis, não estabelece a existência dos mecanismos de controle (Ranney, 1994). Três dimensões são compartilhadas pelos três níveis: o entorno físico, as representações internas e as percepções, e funcionariam assim: a percepção do indivíduo recebe as características do entorno físico; e as representações internas de eventos passados semelhantes (e suas conseqüências) vividos pelo condutor exercem uma influência muito forte sobre esse processo de captação, sustentando a avaliação da situação (julgamentos) por meio de dados de experiências anteriores. Esses julgamentos são permitidos pela integração de motivações (sentido outorgado pelo indivíduo aos comportamentos possíveis) e expectativas (probabilidades subjetivamente esperadas de acidente a partir dos comportamentos possíveis). Afinal, o julgamento acaba

numa decisão de optar por uma ação entre diferentes alternativas, com um plano de ação por trás. Então, o pressuposto é que o condutor vai escolher, a partir dos julgamentos dentre os comportamentos possíveis, aqueles que produzam uma maior utilidade (Montoro, 2005).

- Modelo de Reason (1990), chamado Sistema de Modelagem Genérico de Erros (Generic Error Modelling System – GEMS). Utiliza a taxonomia e os níveis de Rasmussen. Propõe que o acidente é uma interação entre as falhas “latentes” (decisões errôneas dos níveis gerenciais, por exemplo, desenho fraco da estrada ou falta de manutenção) e as “ativas” (comportamentos de condução sub-ótimos: erros e violações); para evitar essa interação, a participação dos níveis superiores é essencial (Ranney, 1994). As falhas latentes se transformam em ativas somente se existem os precursores psicológicos (certas pré-condições psicológicas, como falta de atenção ou estresse). Esses precursores podem ser causados pelas falhas latentes ou por outras causas não relacionadas com os níveis superiores (p.e., depressão temporária por causas pessoais) (Verschuur e Hurts, 2008).

Analisa erros e violações, concluindo que os erros não predizem as taxas de AT; no entanto, as violações (entendidos como comportamentos que incluem desvios voluntários das práticas de condução seguras) apresentam correlação positiva com acidentes passados e futuros (Keskinen et al, 2003).

Alguns autores chamam “epidemiológicos” a este modelo, por descrever aos acidentes como desfecho de uma combinação de um número suficiente de variáveis (algumas manifestas e outras latentes) que se apresentam em um momento específico no tempo e espaço. Nestas abordagens são considerados tanto os eventos proximais ao acidente como

também são avaliadas as condições distais (as latentes), relacionadas a níveis superiores de organização. Como causa mais próxima ao acidente está a falha da pessoa que fica diretamente envolvido com a regulação do processo ou interagindo com a tecnologia (Magrabi et al, 2007; Qureshi, 2008).

Reason enfatiza conceitos como “segurança organizacional” e “defesa”, interpretadas como barreiras processuais, materiais e humanas que podem falhar, produzindo o acidente. Esse modelo foi chamado “de falhas latentes”, e postula que a geração do acidente depende do nível da organização onde os erros foram cometidos. Assim, os erros produzidos nos níveis estratégicos (gerenciais, os mais elevados) geralmente não geram acidentes de forma imediata, permanecendo em estado latente. As falhas podem espalhar-se pela organização (afetando decisões) e, mais cedo ou mais tarde, evidenciarem-se como acidentes no nível operacional ao combinar-se com eventos disparadores (Huguenin, 1997; Cacciabue, 1998; O'Hare, 2000; Qureshi, 2008; Verschuur e Hurts, 2008).

A proposta de Reason focaliza sobre a contribuição do indivíduo na sequência dos acidentes, priorizando o erro humano, reconhecendo três tipos de erros: os baseados no conhecimento, nas regras e nas habilidades da pessoa; no entanto há autores que indicam que tanto os fatores organizacionais como as condições do ambiente devem ser considerados como fundamentais, devido a que influenciam os comportamentos dos indivíduos (Huguenin, 1997; Cacciabue, 1998).

Outros modelos são:

- Mikkonen e Keskinen nos anos 80 publicam (em finês) sua teoria dos modelos internos do comportamento do condutor. Os autores propõem que a experiência vital (história) do condutor, a personalidade e os padrões de comportamento fora do trânsito afetam o comportamento ao conduzir (conformando os modelos internos). Assim, eles integram esses fatores e outros que também afetam o comportamento num modelo hierárquico de quatro níveis: manobra do veículo (tarefas básicas de condução), dominação de situações no trânsito (adaptação às demandas do trânsito), objetivos e contexto da condução (por que e em quais circunstâncias a pessoa está conduzindo) e objetivos para a vida e habilidades para viver (motivações e atitudes do condutor na vida, e habilidades para o autocontrole). Esse último nível foi agregado por Keskinen em 1996. A interação dos níveis produz como desfecho o comportamento geral do condutor, apesar dos superiores controlarem e dirigirem os inferiores. Os acidentes aparecem quando existem diferenças entre os modelos em uso e os requerimentos das situações (Keskinen et al, 2003; Laapotti e Keskinen, 2004).
- Modelo de Summala, em 1996, que apresenta um quadro tridimensional (de forma de cubo) com três eixos: nível de processamento psicológico; hierarquia funcional e taxonomia funcional, com componentes motivacionais que influem sobre os eixos (Summala, 1997).
- Em 2008, Verschuur e Hurts propõem uma atualização do modelo de Reason, acrescentado quatro categorias: o tipo particular de falha humana prévia ao acidente; atitudes, normas e crenças de controle do condutor; as decisões estratégicas relacionadas à condução (feitas antes de começar a viagem); e o estado físico do condutor. Para isso, combina o modelo de Reason com uma ferramenta chamada Questionário

do Comportamento do Condutor (*Driver Behaviour Questionnaire* – DBQ), muito utilizada em pesquisas que tentam identificar comportamentos padrões, e construtos da teoria do comportamento planejado (Verschuur e Hurts, 2008).

4. Baseados na automatização: A automação é definida como um processo humano rápido, inconsciente e sem esforço que se desenvolve depois de um treinamento específico (em contraposição com os processos controlados: lentos, seriais e com esforço). Schneider e Shiffrin sugerem que praticamente todos os comportamentos incluem componentes automáticos e controlados: depende da demanda da prática, a utilização de um tipo de componente em maior ou menor grau (Ranney, 1994). Os processos inesperados ou perigosos interrompem os comportamentos automáticos porque evocam a incerteza: faria mudar de processos automáticos para controlados, para conseguir decidir futuras ações (Cnossen, 2000).

Alguns autores criticam estes modelos indicando que as situações inesperadas não podem ser tratadas como comportamentos automáticos, pois não podem ser confrontados contra nenhum esquema de comportamento (porque esse esquema não foi treinado). Além disso, segundo Groeger e Clegg, o conceito de automatização é enganoso: refere-se a comportamentos confiáveis e consistentes, insensíveis a interferências, mas quase nenhum comportamento referido à condução cumpre essas premissas. E mais ainda, os mais “automáticos” dos comportamentos estão sob controle cognitivo e são dependentes de um objetivo, deixando de ser, então, “automáticos” (Cnossen, 2000).

2.3.b. Modelos de análise no nível social.

Nesta abordagem aparecem historicamente duas propostas: a da patologia social e a do limite social.

- Limite Social: em 1950, Paterson sugere que os indivíduos sofreriam acidentes só em determinadas condições sociais propícias. Assim, haveria tanto situações sociais como características individuais que induzem ao acidente. Em certas circunstâncias, estresses sociais poderiam produzir mudanças emocionais nos indivíduos que interfeririam nas habilidades para decidir e atuar (Paterson, 1964).

Esta abordagem tenta explicar o acidente mediante variáveis sociais, dividindo os fatores considerados causais em três grupos, com características dinâmicas (mudando constantemente com os câmbios do ambiente): fatores individuais (intrínsecos: fisiológicos, atitudes), sociais (extrínsecos: interação social entre o indivíduo e seu grupo, e sua orientação dentro dos padrões culturais dessa sociedade) e naturais (condições do clima). Os comportamentos que derivam em acidente são tomados como desvio da norma de comportamento social aceita. Considera-se que a distribuição da norma entre seus integrantes é menor quanto menor é a integração de uma comunidade, o que significaria maior quantidade de indivíduos com comportamentos desviados da norma. Aparece assim um “limite social”, definido como o nível de condicionamento social do comportamento seguro; quando o comportamento individual aparece abaixo desse limite a probabilidade da ocorrência de acidentes aumenta. Essas pessoas estariam “desviadas” da norma social de segurança, estabelecidas pela comunidade para proteger seus membros. Portanto, esses indivíduos estariam mais propensos a sofrer acidentes. Estudam-se, também, fatores externos (sociais e naturais) que influiriam de forma dinâmica nesses comportamentos, o que levaria uma pessoa a aparecer como “predisposta a acidentes” num determinado momento, mas não em outro, e vice-versa. Isto faz com que a remoção dos “repetidores” de faltas não garantisse a redução do número de acidentes (Paterson, 1964; Tambellini Arouca, 1975).

- Patologia social: é a chamada teoria criminal do acidente. Ross, em 1960, propõe que os acidentes se produzem pela violação das leis de trânsito. A função da legislação é minimizar os conflitos entre os usuários da estrada. Não obstante, a violação de uma lei não é suficiente para a ocorrência de um acidente, mas há evidência de que para a maioria dos AT é preciso que exista, no mínimo, violação de uma lei. Essas atitudes e comportamentos “violadores” anunciariam alteração de valores dentro de um grupo, comunidade ou sociedade (Tambellini Arouca, 1975). Ross agrega que existe certa condescendência social a respeito das violações das leis de trânsito, principalmente devido a falta de estigmatização social desses fatos. O autor indica que praticamente todos os condutores têm cometido faltas (então a distância entre o condutor e o infrator é mínima); mesmo a punição judicial não passa de sanções econômicas, diferente de outros delitos. Outra questão é a alteração de valores: a velocidade excessiva é um delito, mas as publicidades de veículos a apresentam como virtude dos novos modelos que entram no mercado. Um ponto interessante é que Ross descreveu estas questões em 1960 e elas continuam tendo excepcional vigência (Ross, 1964).

Estas abordagens foram alvo de poucas publicações, mas os conceitos de fatores sociais intervindo na produção de AT foram incorporados por modelos e teorias posteriormente propostas. Por exemplo, a questão da normativa social ocupa uma parte importante na Teoria do “comportamento planejado” (Fishbein e Ajzen em 1975, previamente descrita) (Lajunen e Räsänen, 2004). Além disso, Reason retoma como categoria a questão de violação da lei a partir de comportamentos que incluem desvios deliberados da prática de condução segura (Rothengatter, 1997a). De fato, Xie e Parker, em 2002, publicam um artigo onde asseguram que além das variáveis individuais classicamente assinaladas (idade e sexo do condutor, distância recorrida), as violações intencionais das leis durante a condução representam uma contribuição significativa nos AT, estudados mediante a abordagem de Reason

(Xie e Parker, 2002). Mas a utilização de modelos baseados nas ciências sociais e do comportamento não representa ainda uma abordagem hegemônica (Trifiletti et al, 2005).

Um conceito importante derivado destas abordagens é a “cultura de segurança”. Segundo Wiegmann (2007), é o compromisso que uma sociedade ou grupo assume na [e a importância que dá à] segurança pública e individual. Em suas palavras:

"Safety culture is the enduring value and priority placed on worker and public safety by everyone in every group at every level of an organization. It refers to the extent to which individuals and groups will commit to personal responsibility for safety, act to preserve, enhance and communicate safety concerns, strive to actively learn, adapt and modify (both individual and organizational) behavior based on lessons learned from mistakes, and be rewarded in a manner consistent with these values" (Wiegmann et al, 2007; pág. 3).

A cultura de segurança é um conceito cada vez mais utilizado, sobretudo nos modelos de sistemas, para explicar certos processos de níveis superiores.

2.3.c. Modelos matemáticos do comportamento do condutor

Dois autores austríacos, Plöchl e Edelman, publicaram uma exaustiva e completa revisão dos métodos matemáticos aplicados ao estudo do comportamento humano ao conduzir (Plöchl e Edelman, 2007). Eles dividem esses modelos em três grupos: aplicações focadas no veículo, aquelas focalizadas no condutor, e as dirigidas à dupla veículo – condutor. É um artigo extenso, repleto de fórmulas matemáticas e de gráficos de trajetórias, onde os autores fazem uma revisão de mais de 200 citações bibliográficas descrevendo as técnicas utilizadas para modelar matematicamente o comportamento dos condutores a fim de prever as ações humanas no trânsito. Os autores concluem que as questões fisiológicas e psicológicas limitam muito esses modelos, e que se deve fazer um grande esforço para incorporar essas dimensões e compensar as limitações das matemáticas e do conhecimento

técnico da condução, reconhecendo a condução como um processo individual (físico e mental) complexo (Plöchl e Edelmann, 2007).

Dentre estes modelos estão os denominados métodos formais, nome que descreve técnicas baseadas em modelos matemáticos que provêm um quadro sistemático de análise e verificação de sistemas onde a informática possui um papel fundamental (Qureshi, 2008). Um desenvolvimento recente desses métodos é a utilização de modelos probabilísticos de causalidade (em vez dos clássicos determinísticos), e especificamente aqueles que trabalham com probabilidades condicionais, utilizando lógicas Bayesianas para a análise dos acidentes (Hitchcock, 2002; Qureshi, 2008).

Talvez, um dos mais maduros métodos formais de análise de acidente seja o proposto por Peter Ladkin, chamado “Análise Por Que – Porque” (*Why-Because Analysis* – WBA), para a análise de falhas em sistemas complexos abertos (com comportamento influenciado pelo ambiente) e heterogêneos (com componentes estreitamente ligados, mas com características diferentes: digitais, humanos, processos, trabalhando juntos), baseado em lógicas e modelos matemáticos e de redes computacionais. Basicamente, se trata de uma elaboração de seqüências de eventos e estados, incluindo o tempo na análise, estudando as relações causais de forma profunda. Testado contra outros modelos, a abordagem metódica da WBA mostrou-se mais precisa na determinação de fatores causais (Ladkin, 2001; Qureshi, 2008).

Este é ainda um campo novo de pesquisa, em constante avanço. Cada vez mais estão utilizando-se simulações matemáticas e informáticas na construção de modelos que expliquem e predigam os acidentes a partir desta abordagem.

2.4) Modelos baseados na Teoria de Sistemas

Os sistemas sócio-técnicos (aqueles compostos por homens e máquinas) estão tornando-se cada vez mais complexos, devido a tecnologias mais desenvolvidas que levam a desempenhos mais elevados e a requerimentos de custos maiores. Compreender e predizer o comportamento desses sistemas é cada vez mais difícil, tanto assim que os modelos que priorizam as falhas de

componentes ou os erros humanos são incapazes de avaliar os mecanismos envolvidos na gênese dos acidentes de forma adequada (Huang et al, 2004).

Desde meados do século XX, tanto os sistemas em que se estudam os acidentes (trânsito, indústria) como os contextos onde estão inseridos estão se transformando rapidamente: a tecnologia está mudando num ritmo muito acelerado, com importantes inovações tecnológicas nos veículos com controle por softwares. Existe uma mudança na natureza dos acidentes em geral, e também nos AT, se pensarmos na complexidade crescente do trânsito; diminuição da tolerância física aos acidentes simples (a tecnologia criou os meios para que os acidentes sejam cada vez mais daninhos e atinjam maior número de pessoas); na maior complexidade dos sistemas, com relações complexas entre indivíduo e máquina (crescente dependência da informática); e nas mudanças nos conceitos de segurança (o acidente deixou de ser considerado como evento aleatório para os organismos encarregados da segurança) (Marais e Leveson, 2003).

Nos modelos até aqui descritos a ênfase é depositada na descrição do AT acontecido, sendo poucos os autores que colocam a atenção na predição; mas essas pesquisas estão baseadas em modelos determinísticos sequenciais, pois utilizam fatores reconhecidos em pesquisas anteriores para, mediante cálculos matemáticos e estatísticos, avaliar quais apresentam o maior peso na geração de acidentes (Huang et al, 2004; Leveson, 2004; Huang, 2007). Além disso, esses modelos não dão conta de cinco questões fundamentais (Huang, 2007; Magrabi et al, 2007):

- os fatores sociais e organizacionais: estes modelos são fracos na hora de representar deficiências dos grupos envolvidos;
- os acidentes "sistêmicos": cada vez mais se aceita que os acidentes são produzidos por interações disfuncionais entre componentes, mais do que por falhas de componentes;
- o erro humano: os modelos tradicionais interpretam as decisões humanas como processos discretos; atualmente são consideradas como processos contínuos onde a diferenciação entre decisões e erros é difícil;

- a adaptação: os sistemas estão continuamente experimentando mudanças (adaptações) em resposta a pressões locais e objetivos, e os modelos baseados em eventos não conseguem enxergar esta dimensão;
- a emergência e as restrições: os sistemas complexos são considerados como compostos por uma série hierárquica de níveis, determinada pela complexidade de organização de cada um deles, e caracterizada pela existência de propriedades emergentes ou irredutíveis específicas de cada nível. Essas propriedades estão relacionadas a restrições dos graus de liberdade de ação, que provêm tanto de níveis superiores como inferiores. O objetivo é compreender as relações entre os diferentes níveis (que coisa os gera, o que os separa e o que os une), e os modelos baseados em eventos carecem da capacidade para trabalhar com esse objetivo.

Assim, diante da necessidade de superar as limitações das abordagens mais clássicas, nos últimos anos foram descritos vários modelos baseados na teoria dos sistemas, introduzindo as noções de adaptação, emergência e limites como principais fatores de estudo. Essas necessidades foram originadas quando se propuseram sistemas explicativos cada vez mais complexos (Leveson, 2004). O que define as funções dos sistemas complexos são as interações entre os seus componentes, as quais nem sempre são unidirecionais (existindo loops, processos de realimentação, etc.). Tanto assim, que o desempenho de uma parte em especial depende do que as outras partes estão fazendo, determinando que as funções gerais de um sistema complexo não podem ser entendidas estudando só uma parte da estrutura (Leveson, 2004; Qureshi, 2007).

Cada vez mais se concebe o sistema viário como possuidor de uma grande complexidade, devido aos múltiplos e diversos ambientes envolvidos, às diferentes características dos veículos envolvidos, como também pelos diferentes graus de experiência e conhecimento que apresentam os usuários em lugares muito variáveis. Isso leva a comportamentos bem diferentes de caráter adaptativo por parte dos condutores e pedestres, obrigando à seleção

precisa de uma resposta adequada diante das situações que se apresentam (Huang et al, 2004).

Estes modelos consideram cada acidente como evento único, sem uma sequência fixa de produção. Consideram que é causado principalmente por interações complexas entre componentes, e minimamente por falhas individuais dos componentes, aparecendo então como um fenômeno emergente que surge no momento em que vários fatores (humanos, técnicos e ambientais) coexistem em um tempo e espaço específico. Além disso, os fatores contribuintes do acidente não têm que ser necessariamente falhas de algum tipo, senão que podem ser processos alternativos ou adaptativos que vão além dos limites de segurança para esse sistema nesse momento (Van Elslande, 2003). Outra característica é que focalizam como se produzirão os acidentes, ou seja, a ênfase está colocada na predição, sem perder de vista a importância da pesquisa retrospectiva (Marais e Leveson, 2003; Huang, 2007; Magrabi et al, 2007).

Estas abordagens são propostas principalmente desde as áreas da engenharia e da segurança industrial, para sistemas como centrais de energia atômica, instalações químicas, vôos espaciais, controle de vôos comerciais, e outros onde se combina a ação humana com altas doses de tecnologia. Uma das mais recentes propostas é de Nancy Leveson que, em 2004, propõe um modelo explicativo de acidentes que inclui aspectos técnicos, humanos e fatores organizacionais em sistemas sócio-técnicos complexos, que é chamado modelo e processos de acidentes sistêmico – teórico (*Systems-Theoretic Accident Model and Processes* – STAMP). Segundo a autora, o acidente ocorre quando perturbações externas, falhas de componentes ou interações disfuncionais entre componentes do sistema são controlados de forma inadequada ou existe um fraco reforço dos limites de segurança no desenvolvimento, desenho e/ou operação do sistema (Huang, 2007). As quatro características mais importantes do modelo são:

- O papel central das restrições na segurança dos sistemas;
- Existência de *loops* de controle e descrição de modelos específicos para os processos;

- Presença de níveis hierárquicos de controle sócio-técnicos;
- Utilização de uma nova classificação de fatores de acidentes:
 - a) Reforço inadequado das restrições de seguridade:
 - i- Algoritmos de controle inadequados;
 - ii- Modelos de processo inconsistentes;
 - iii- Coordenação inadequada entre controladores e tomadores de decisão.
 - b) Execução inadequada da ação de controle;
 - c) Realimentação inadequada ou perdida.

Este modelo é um dos mais evoluídos e foi provado com sucesso em acidentes em combate (Leveson, 2004; Qureshi, 2008), na contaminação do sistema público de água potável de um município (Leveson, 2002; Qureshi, 2008), e em segurança em naves espaciais (Leveson et al, 2003), mas ainda não foi testado em acidentes de trânsito.

A respeito dos AT, foi achada pouca produção científica relacionando sistemas complexos e trânsito. Os resultados da revisão bibliográfica feita em dezembro de 2008 nas bibliotecas PubMed e Bireme foram reduzidos: só oito artigos foram achados quando utilizados os termos “Dinâmica não linear” e “Acidentes de Trânsito” na pesquisa. Um destes artigos foi eliminado por se tratar de tema alheio a esta pesquisa. Dos restantes:

- Três utilizaram modelos computacionais: modelo computacional não linear da dinâmica corporal em ocupantes (Kang e Pilkey, 1998), técnica de modelagem de “autômato celular” em pedestres (Zhang et al, 2004), redes neurais artificiais na análise da severidade da lesão (Delen et al, 2006).
- Dois utilizaram modelos estatísticos: aplicação do método de Monte-Carlo para dados de um país (Lenguerrand et al, 2006), métodos não lineares de análise de tendência de taxas específicas de mortalidade por AT (Nikolaidis et al, 2004).

- Um utilizou uma modelagem matemática: equações algébricas diferenciais para avaliar lesões em condutores e ocupantes (Fox et al, 1999).
- Um foi um experimento com medição de variáveis fisiológicas do indivíduo por meio de análise não linear em condutores (Chouvarda et al, 2007).

Nenhum destes trabalhos especificou o quadro teórico por trás da técnica do modelo utilizado.

3. Métodos para pesquisa sobre acidentes

Os métodos de pesquisa sobre acidentes são ferramentas muito dirigidas e específicas (ao contrário dos modelos e teorias) que são desenhadas para investigar e analisar tarefas específicas em situações particulares. Segundo Katsakiori, estes métodos não precisam estar necessariamente ligados a um modelo específico, desde que representem simplesmente inter-relações entre causas e eventos (Katsakiori et al, 2008). Geralmente são apresentados de forma de desenhos de seqüências de eventos, nos quais se enumeram os diferentes fatos (situações, processos, eventos) que, se supõe, levaram ao acontecimento do acidente. São geralmente retrospectivos, porque estudam o acidente a partir de sua ocorrência.

Lehto e Salvendy (1991) e Katsakiori e colaboradores (2008) fizeram interessantes recopilações de métodos, descrevendo 16 e 13 métodos, respectivamente. A maioria deles foi criada para analisar acidentes de trabalho; só uns poucos são utilizados em acidentes de transporte.

4. Propostas teóricas mais avançadas:

Quatro propostas se apresentam como as mais avançadas no campo da acidentologia. As duas primeiras provêm principalmente da sociologia, e as

outras da engenharia. Independentemente da origem, dois aspectos ficam claros; primeiro, a forte influência da teoria dos sistemas; e segundo, a existência de uma reconsideração dos aspectos sociais como componentes importantes destes sistemas. Elas são (Huang, 2007; Qureshi, 2008):

- Teoria dos Acidentes Normais (*Normal Accident Theory*): proposta por Perrow em 1984 e 1994, esta teoria indica que, mesmo tomando precauções, nas organizações que apresentam altos níveis de complexidade nas interações entre seus componentes existem múltiplos fatores (cognitivos, sociais, culturais e sistêmicos) que fazem com que os acidentes sejam inevitáveis.
- Teoria da Organização de Alta Confiabilidade (*High Reliability Organisation Theory*): baseada nos Acidentes Normais, ou talvez como solução, esta teoria propõe que os acidentes podem ser previstos se existem organizações com desenhos e gestão apropriados. Uma Organização de Alta Confiabilidade é aquela que tem sucesso em prever acidentes num contexto onde eles são esperados (Weick, 1987; Roberts, 1989; La Porte e Consolini, 1991, em Qureshi, 2008).
- Paradigma dos Sistemas Cognitivos Conjuntos (*Joint Cognitive Systems Paradigm*): os Sistemas Cognitivos adaptam seus *outputs* aos câmbios contextuais para manter a própria estabilidade e controle (por exemplo, um motorista e o veículo). A Engenharia dos Sistemas Cognitivos (Hollnagel e Woods, 1983, em Qureshi, 2008) provê um marco para a análise destes sistemas sócio-técnicos complexos, propondo modelar o indivíduo de forma conjunta com a máquina, como uma totalidade. Aplicando esta teoria, Hollnagel propôs dois modelos: o *Functional Resonance Accident Model* (FRAM, em 2004) e o *Cognitive Reliability and Error Analysis Method* (CREAM, em 2006) procurando entender a complexidade existente na dupla homem-máquina, onde a variabilidade de desempenhos é considerada normal.
- Paradigma da Engenharia da Resiliência (*Resilience Engineering Paradigm*): segundo esta teoria, o sucesso na gestão da segurança está

baseado na habilidade das organizações, grupos e indivíduos em antecipar-se às diferentes formas que pode tomar o risco. Utiliza também a idéia de adaptação dos sistemas (comportamentos dinâmicos), que não pode ser programada com antecedência (Hollnagel et al, 2006, em Qureshi, 2008).

A seguir, apresentamos um quadro onde se trata de relacionar resumidamente os paradigmas com as teorias e os modelos.

Quadro 1. Relação entre paradigmas, teorias e modelos tratados.

Paradigma	Teoria	Modelo
Período técnico ("controle dos carros como carruagens conduzidas por cavalos")	- Acaso puro (Greenwood e Woods, 1919)	- Seqüencial (Dominó) (Heinrich, 1931) - Modelos de transferência de energia (J. J. Gibson, 1961) - Modelo de fases (B. F. Goeller, 1968)
Erro humano ("dominando a situação do tráfego")	- Desvantagem enviesada (Greenwood e Woods, 1919) - Propensão ao acidente (Newbold, 1926)	- Modelos Taxonômicos: (McKnight e Adams, 1970; McKnight e Hundt, 1971; Harano et al., 1975; Barret et al., 1973; Panek et al., 1977)
	- Teoria do ajuste ao estresse (W. A. Kerr, 1950) - Motivação inconsciente (psicanálise) - Modelo de Risco Zero (Summala, 1976) - Teorias da "ação razoada" e do "comportamento planejado" (Fishbein e Ajzen, 1975) - Teoria Homeostática do Risco (Wilde, 1982) - Teoria da "Ameaça – Evitação" (Ray Fuller, 1984)	- Modelos Funcionais: Motivacionais e cognitivos - Modelos sociais
Sócio-técnica ("controle do sistema do tráfego")	- Teoria da Multicasualidade (MacMahon e Trichopoulos, 2001)	- Tríade epidemiológica (Haddon, 1968) - Cenários prototípicos (Fleury e Brenac, 2001) - Modelos Funcionais: hierárquicos (Michon, 1971; Rasmussen, 1987; Van der Molen e Bötticher, 1988; Reason, 1990; Verschuur e Hurts, 2008) - Modelos baseados na automatização
Cultura da segurança ("controle do sistema do transporte")	- Teoria de sistemas	- STAMP (Leveson, 2004) - <i>Why-Because Analysis</i> (WBA, Peter Ladkin, 2001)
Novo Paradigma? (Sistemas complexos)	- Teoria dos acidentes Normais (Perrow, 1984 e 1994) - Organização de Alta Confiabilidade (Weick, 1987; Roberts, 1989; La Porte e Consolini, 1991)	
	- Sistemas Cognitivos Conjuntos (Hollnagel e Woods, 1983) - Engenharia da Resiliência (Hollnagel et al, 2006)	- <i>Functional Resonance Accident Model</i> (FRAM, Hollnagel em 2004) - <i>Cognitive Reliability and Error Analysis Method</i> (CREAM, Hollnagel em 2006)

Fonte: elaboração própria

Esta foi, talvez, uma das tarefas mais difíceis neste trabalho, principalmente por duas razões: primeiro, devido à superposição conceitual entre modelos e teorias apresentadas, isto é, muitos autores descreviam uma teoria como modelo, e outros faziam o contrário. E segundo, muitos dos modelos tomam conceitos de mais de uma teoria (produto da evolução do pensamento) e poderiam estar em mais de uma célula da tabela. Por exemplo, o modelo de Heinrich é, metodologicamente falando, sequencial e trabalha sobre o acaso, mas na sua evolução tomou como “peça fundamental” da sua cadeia o erro humano.

Algumas considerações finais acerca das teorias e modelos apresentados.

Temos comentado que foram descritos quatro paradigmas desde que se começou a estudar os acidentes de trânsito de forma científica (Ponto 3.2). Será que estamos precisando já de um novo paradigma? Mikkonen (1997) propõe um nome para ele: “Eliminação de acidentes sérios do sistema de transporte”. Nós propomos, em harmonia com a abordagem sistêmica, a seguinte denominação: “Mudança na qualidade dos emergentes”. Para isso acontecer,

- Deve-se considerar e aceitar a complexa estrutura hierárquica do sistema de trânsito na proposição de novos modelos (Huang, 2007);
- O olhar transversal é fundamental, precisando-se de tratamento conjunto por várias disciplinas (sistemas, segurança, sociologia, saúde pública, antropologia, psicologia) (Almeida Filho, 2005);
- O conceito de risco como objeto fixo e estruturado deve ser revisado e atualizado, diante dos numerosos indícios que mostram a falta de estabilidade dos processos relativos à saúde. Novos conceitos superadores devem ser incorporados (emergência, contingência, vulnerabilidade) (Ayres et al, 2006; Almeida Filho e Coutinho, 2007);

- Deve-se procurar e utilizar dados multidimensionais, incorporando diferentes tipos de técnicas na sua análise (quali - quantitativas, triangulação de métodos) (Minayo et al, 2005);
- as principais medidas de controle deveriam estar baseadas em ações multi-níveis e multi-dimensões focalizando-as nos níveis municipais, respeitando as suas particularidades e propiciando a cultura de segurança (Diez Roux, 2000, 2001, 2007);
- o objetivo deve ser a mudança na qualidade dos emergentes, procurando (como diz Mikkonen) a ausência de acidentes e lesões graves no trânsito.

Pode-se apreciar que os modelos que estão sendo utilizados atualmente estão baseados principalmente em duas teorias: aqueles que provêm da medicina e da psicologia ou sociologia, mesmo utilizando técnicas complexas de análises estatísticas, aderem à teoria multicausal de produção de eventos, procurando descrever características, situações ou comportamentos de risco relacionados à produção de acidentes. No entanto, aqueles que têm origens principalmente na engenharia estão baseados na teoria de sistemas complexos, incorporando conceitos como emergência, níveis hierárquicos, não linearidade.

Se relacionarmos a evolução dos modelos até aqui descritos com as teorias na história da epidemiologia, podemos ver que as abordagens nomeadas basearam-se nas teorias dominantes, segundo os momentos em que foram propostos. Assim, os mais antigos ainda continuavam aderindo ao paradigma do germen (causação simples); passaram depois para a teoria do risco (multicausalidade, caixa preta); e os mais modernos já começam a acercar-se aos novos paradigmas em proposição: a nuova scienza (complexidade, caos, não linearidade, fractais, fuzzy logic, redes) (Almeida Filho, 2000, 2005, 2006; Urquía, 2007).

Alguns avanços conseguiram-se no desenvolvimento de modelos específicos para análise dos AT, quando foram utilizados modelos “híbridos” (por exemplo, mistura de cognitivos com sociais, epidemiológicos com

psicológicos). Isso acontece porque o uso destas combinações aumentou o escopo de análise e a profundidade de tratamento dos temas, achando e descrevendo novas explicações e relações entre os componentes, ou também quando são utilizadas complexas técnicas estatísticas para estabelecer maior ou menor influência de um fator determinado. Contudo, continua sem ser estudadas com clareza as complexas relações entre os componentes, porque ainda se continua trabalhando com modelos sequenciais, determinísticos. Mesmo diante das recentes mudanças que apresentou o trânsito, esses modelos prosseguem focalizando na identificação de sequências determinísticas de relações tipo causa – efeito, que são muito difíceis de validar. Assim, é peremptório o desenho de novos modelos que dêem conta das novas particularidades.

Alguns temas importantes aparecem como não resolvidos pelos modelos atuais. Por exemplo, a consideração das diferenças nos desempenhos inter sujeito (cada pessoa é distinta) e intra sujeito (um mesmo indivíduo não se comporta sempre igual: esse desempenho pode variar com a presença de álcool, drogas, fadiga, depressão) ao longo do tempo; ou o tratamento do comportamento de condutores que se desviam deliberadamente da performance normativa. Outra questão a resolver é a pouca quantidade de modelos que incluem os fatores sociais como componentes de peso a analisar. Deve-se prestar mais atenção aos fatores sociais relacionados com os desvios desse desempenho ótimo (desejos de correr riscos), desde que foi comprovado que o envolvimento em acidentes está relacionado à motivação social (certos hábitos de utilizar a estrada, determinados por comportamentos socialmente desviados) (Rothengatter, 1997a).

Então, os novos modelos de análise dos AT deveriam possuir uma série de características especiais (Huang et al, 2004):

- Definições claras de conceitos e interações
- Alcance do modelo bem definido
- Manipulação de extensões de tempo prolongadas
- Trabalhar com aspectos dinâmicos

- Métodos de análise de acidentes adequados
- Aptidão para atuar na prevenção de AT

Por enquanto, a segurança industrial está avançando na pesquisa e análise dos acidentes com modelos sistêmicos. Não passará muito tempo até que sejam adaptados e utilizados os desenvolvimentos nessa área nos AT.

Sintetizando, não há dúvidas acerca da necessidade de teorias e modelos como base e arcabouço na pesquisa (e, também, na prática da segurança) dos Acidentes de Trânsito. Os modelos sequenciais, epidemiológicos e psicossociais contribuíram grandemente na descrição e avaliação destes eventos, mas é claro que se encontram defasados em relação à evolução e as transformações ocorridas no sistema de trânsito. Sua atualização e melhoramento devem estar em sintonia com os novos desafios.

Referências Bibliográficas:

- Almeida Filho NMd (2000) *La ciencia tímida. Ensayos de deconstrucción de la Epidemiología*. Buenos Aires, Argentina: Lugar Editorial.
- Almeida Filho NMd (2005) Transdisciplinaridade e o Paradigma Pós-Disciplinar na Saúde. *Saúde e Sociedade*, 14(3): 30-50.
- Almeida Filho NMd (2006) Complejidad y transdisciplinariedad en el Campo de la Salud Colectiva: evaluación de conceptos y aplicaciones. *Salud Colectiva*, 2(2): 123-146.
- Almeida Filho NMd e Coutinho D (2007) Causalidade, contingência, complexidade: o futuro do conceito de risco. *Physis*, 17(1): 95-137.
- Ayres JRdCM, França Júnior I, Calazans GJ e Saletti Filho HC (2006) El concepto de vulnerabilidad y las prácticas de la salud: nuevas perspectivas y desafíos. Em Czeresnia D e Freitas CMd (Eds.) *Promoción de la Salud. Conceptos, reflexiones, tendencias*. Buenos Aires: Lugar Editorial. (págs. 135-161).
- Bunge M (2004) *Emergencia y Convergencia. Novedad cualitativa y unidad del conocimiento*. Barcelona: Editorial Gedisa.
- Cacciabue PC (1998) Modelling and simulation of human behaviour for safety analysis and control of complex systems. *Safety Science*, 28(2): 97-110.
- Cnossen F (2000) *Adaptive strategies and goal management in car drivers*. Tese de Doutorado. University of Groningen: Leeuwarden. 116 p.
- Correa CRP e Cardoso Junior MM (2007) Análise e classificação dos fatores humanos nos acidentes industriais. *Produção*, 17(1): 186-198.
- Chouvarda I, Papadelis C, Kourtidou-Papadeli C, Bamidis PD, Koufogiannis D, Bekiaris E e Maglaveras N (2007) Non-linear analysis for the sleepy drivers problem. *Studies in Health Technologies and Informatics*, 129(Pt2): 1294-1298.
- Davis RM e Pless B (2001) BMJ bans "accidents". Accidents are not unpredictable. *British Medical Journal*, 322: 1320-1321.
- Del Re G (2000) Models and analogies in science. *HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry*, 6(1): 5-15.
- Delen D, Sharda R e Bessonov M (2006) Identifying significant predictors of injury severity in traffic accidents using a series of artificial neural networks. *Accident Analysis and Prevention*, 38(3): 434-444.
- Diez Roux AV (2000) Multilevel analysis in public health research. *Annual Review of Public Health*, 21: 171-192.
- Diez Roux AV (2001) Investigating Neighborhood and Area Effects on Health. *American Journal of Public Health*, 91(11): 1783-1789.
- Diez Roux AV (2007) Neighborhoods and health: where are we and where do we go from here? *Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique*, 55(1): 13-21.

- Doege TC (1978) Sounding board. An injury is no accident. *New England Journal of Medicine* 298(9): 509-10.
- Evans L (1993) Medical accidents: no such thing? More precise terminology would help doctors to reduce harm. *British Medical Journal*, 307(6917): 1438-1439.
- Evans L (1996) Comment: The Dominant Role of Driver Behavior in Traffic Safety. *American Journal of Public Health*, 86(6): 784-786.
- Fleury D e Brenac T (2001) Accident prototypical scenarios, a tool for road safety research and diagnostic studies. *Accident Analysis and Prevention*, 33(2): 267-276.
- Fox B, Jennings LS e Zomaya AY (1999) Numerical computation of differential-algebraic equations for nonlinear dynamics of multibody android systems in automobile crash simulation. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 46(10): 1199-1206.
- Fuller R (2005) Towards a general theory of driver behaviour. *Accident Analysis and Prevention*, 37(3): 461-472.
- García Garduño JME (2007) Motivación y actitudes hacia la carrera de profesor de educación primaria en estudiantes normalistas de primer ingreso. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 12(035): 1153-1178.
- Gibson JJ (1964) The contribution of experimental psychology to the formulation of the problem of safety—a brief for basic research. Em Haddon Jr W, Suchman EA e Klein D (Eds.) *Accident Research. Methods and Approaches*. New York: Harper & Row. (296-304).
- Gielen AC e Sleet D (2003) Application of Behavior-Change Theories and Methods to Injury Prevention. *Epidemiologic Reviews*, 25(1): 65-76.
- Glizer IM (1993) *Prevención de accidentes y lesiones: conceptos, métodos y orientaciones para países en desarrollo*. Série: Serie Paltex para Ejecutores de Programas de Salud Nro. 29. OPS (ed.). Washington: Organización Panamericana de la Salud.
- Gordon JE (1964) The Epidemiology of Accidents. Em Haddon Jr W, Suchman EA e Klein D (Eds.) *Accident Research. Methods and Approaches*. New York: Harper & Row. (15-30).
- Gras Pérez ME (1994) Efecto de las pérdidas y ganancias recientes en el riesgo asumido por los automovilistas. *Psicothema*, 6(2): 123-137.
- Grayson GB (1997) Theory and models in traffic psychology - A contrary view. Em Rothengatter T e Carbonell Vaya E (Eds.) *Traffic and transport psychology. Theory and application*. New York: Pergamon. (93-96).
- Haddon Jr W (1968) The changing approach to the Epidemiology, prevention, and amelioration of trauma: the transition to approaches etiologically rather than descriptively based. *American Journal of Public Health*, 58(8): 1431-1438.
- Haddon Jr W (1972) A logical framework for categorizing highway safety phenomena and activity. *Journal of Trauma*, 12(3): 193-207.

- Haddon Jr W (1973) Energy damage and the ten countermeasure strategies. *Journal of Trauma*, 13(4): 321-331.
- Haddon Jr W, Suchman EA e Klein D (1964) *Accident Research. Methods and Approaches*. New York: Harper & Row.
- Hatakka M, Keskinen E, Gregersen NP, Glad A e Hernetkoski K (2001) *Goals and contents of driver education*. Behavioural research in road safety: tenth seminar proceedings. London: Department for Transport - UK. Disponível online em: <http://www.dft.gov.uk/pdf/pgr/roadsafety/research/behavioural/archive/behaviouralresearchinroadsaf4683> (último acesso: 26/12/2008)
- Hatakka M, Keskinen E, Gregersen NP, Glad A e Hernetkoski K (2002) From control of the vehicle to personal self-control; broadening the perspectives to driver education. *Transportation Research Part F*, 5: 201-215.
- Hitchcock C (2002) *Probabilistic Causation*. Em Zalta EN (Ed.): The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Stanford, CA: Stanford University. Disponível online em: <http://plato.stanford.edu/archives/fall2002/entries/causation-probabilistic/> (último acesso: 10/01/2009)
- Hoffmann MH (2005) Comportamento do condutor e fenômenos psicológicos. *Psicologia: pesquisa e trânsito*, 1(1): 17-24.
- Huang Y-H (2007) *Having a New Pair of Glasses. Applying Systemic Accident Models on Road Safety*. Tese de Doutorado. Department of Computer and Information Science, Linköping University: Linköping, Sweden. 110 p.
- Huang Y-H, Ljung M, Sandin J e Hollnagel E (2004) Accident models for modern road traffic: changing times creates new demands. *2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 1: 276 - 281.
- Huguenin RD (1997) Do we need traffic psychology models? Em Rothengatter T e Carbonell Vaya E (Eds.) *Traffic and transport psychology. Theory and application*. New York: Pergamon. (31-39).
- Kang W e Pilkey WD (1998) Crash simulations of wheelchair-occupant systems in transport. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 35(1): 73-84.
- Katsakiori P, Sakellaropoulos G e Manatakis E (2008) Towards an evaluation of accident investigation methods in terms of their alignment with accident causation models. *Safety Science*.
- Keskinen E (2007) *What is GDE all about and what it is not*. Em Henriksson W, Stenlund T, Sundström A e Wiberg M (Eds.): Proceedings from the Conference: the GDE-model as a guide in driver training and testing. Umea: Umea University. Disponível online em: <http://www8.umu.se/edmeas/publikationer/pdf/Em%20no%2059.pdf> (último acesso: 15/01/2009)
- Keskinen E, Hatakka M, Laapotti S, Katila A e Peräaho M (2003) Driver Behaviour as a Hierarchical System. Em Rothengatter T e Huguenin RD (Eds.) *Traffic and transport psychology. Theory and application. Proceedings of the ICTTP 2000*. New York: Elsevier. (518 p.).

- Krieger N (1994) Epidemiology and the web of causation: has anyone seen the spider? *Social Science & Medicine*, 39(7): 887-903.
- Laapotti S e Keskinen E (2004) Has the difference in accident patterns between male and female drivers changed between 1984 and 2000? *Accident Analysis and Prevention*, 36(4): 577-584.
- Ladkin PB (2001) *Causal System Analysis (Draft Version 2)*. Bielefeld, Germany: RVS Group, University of Bielefeld. Disponível online em: <http://www.rvs.uni-bielefeld.de/publications/books/ComputerSafetyBook/index.html> (último acesso: 10/12/2008)
- Lajunen T e Räsänen M (2004) Can social psychological models be used to promote bicycle helmet use among teenagers? A comparison of the Health Belief Model, Theory of Planned Behavior and the Locus of Control. *Journal of Safety Research*, 35 (1): 115- 123.
- Langley JD (1988) The need to discontinue the use of the term "accident" when referring to unintentional injury events. *Accident Analysis and Prevention*, 20(1): 1-8.
- Langley JD (1997) 'Accident proneness': statistical and practical significance. *Injury Prevention*, 3(2): 80-81.
- Lee JD (2007) Driver distraction: Breakdowns of a multi-level control process. Em Faulks IJ, Regan M, Stevenson M, Brown J, Porter A e Irwin JD (Eds.) *Distracted driving*. Sydney, NSW: Australasian College of Road Safety. (75-98).
- Lee JD (2008) Fifty years of driving safety research. *Human Factors*, 50(3): 521-528.
- Lehto M e Salvendy G (1991) Models of accident causation and their application: Review and reappraisal. *Journal of Engineering and Technology Management*, 8(2): 173-205.
- Lenguerrand E, Martin JL e Laumon B (2006) Modelling the hierarchical structure of road crash data - Application to severity analysis. *Accident Analysis and Prevention*, 38 (1): 43-53.
- Leveson N (2002) *System Safety Engineering: Back To The Future*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology. Disponível online em: <http://sunnyday.mit.edu/book2.pdf> (último acesso: 17/12/2008)
- Leveson N (2004) A new accident model for engineering safer systems. *Safety Science*, 42(4): 237-270.
- Leveson N, Daouk M, Dulac N e Marais K (2003) *Applying STAMP in Accident Analysis*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology. Disponível online em: <http://sunnyday.mit.edu/accidents/walkerton.pdf> (último acesso: 15/01/2009)
- Ley Nacional de Tránsito 24.449 (1995). Disponível online em: <http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/818/norma.htm> (último acesso: 22/12/2008)
- Loimer H, Driur M e Guarnieri M (1996) Accidents and Acts of God: a history of the terms. *American Journal of Public Health*, 86(1): 101-107.

- Lu T-H (2006) Unalterable host factors? A social epidemiologist's view of the Haddon matrix. *Injury Prevention*, 12(5): 285-286.
- Macías GR (2004) *Análisis de las personas involucradas en accidentes de tránsito, que requirieron atención médica por el Sistema Público de Salud del Partido de Tres de Febrero (Provincia de Buenos Aires), entre febrero de 1998 y abril de 2000*. Tese de Mestrado. Maestría en Epidemiología, Gestión y Políticas de Salud, Universidad Nacional de Lanús: Lanús (Argentina). 124 p.
- MacMahon B e Trichopoulos D (2001) *Epidemiología*. 2 ed. Madrid: Marbán.
- Magrabi F, McDonnell G, Westbrook JI e Coiera E (2007) Using an Accident Model to Design Safe Electronic Medication Management Systems. Em Kuhn KA, Warren JR e Leong T-Y (Eds.) *MEDINFO 2007: Proceedings of the 12th World Congress on Health (medical) Informatics: Building Sustainable Health Systems*. Amsterdam: ISO Press. (pp. 948-952).
- Marais K e Leveson N (2003) *Archetypes for Organisational Safety*. Proceedings of the Workshop on Investigation and Reporting of Incidents and Accidents. Disponível online em: <http://sunnyday.mit.edu/papers/iria-marais.pdf> (último acesso: 10/01/2009)
- Meliá JL (1998) Un modelo causal psicosocial de los accidentes laborales. *Anuario de Psicología*, 29(3): 25-43.
- Meliá JL, Arnedo MT e Ricarte JJ (1998a) La psicología de la Seguridad (II): Modelos explicativos de inspiración psicosociológica. *Revista de psicología general y aplicada*, 51(2): 279-299.
- Meliá JL, Ricarte JJ e Arnedo MT (1998b) La psicología de la Seguridad (I): una revisión de los modelos procesuales de inspiración mecanicista. *Revista de psicología general y aplicada*, 51(1): 37-54.
- Mikkonen V (1997) Paradigms of practice beyond traffic safety theories and models. Em Rothengatter T e Carbonell Vaya E (Eds.) *Traffic and transport psychology. Theory and application*. New York: Pergamon. (77-84).
- Minayo MCdS, Assis SGd e Souza ERd (2005) *Evaluación por triangulación de métodos. Abordaje de Programas Sociales*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Minayo MCdS, Deslandes SF, Cruz Neto O e Gomes R (2003) *Investigación social. Teoría, método y creatividad*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Montoro L (2005) La percepción de la seguridad y la percepción del riesgo en el tráfico. Los modelos cognitivo motivacionales. V *Simposio Internacional de Antropología Viaria*. 'La percepción de la seguridad como factor de riesgo'. Barcelona: Fundación Abertis.
- Moyano Díaz E (1997) Teoría del comportamiento planificado e intención de infringir normas de transito en peatones. *Estudos de psicologia*, 2(2): 335-348.
- NHTSA (1969) *Highway Safety Literature. Annual Cumulation 1969*. Washington DC: U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration. Disponível online em:

- <http://ia331312.us.archive.org/0/items/highwaysafetylit003854mbp/highwaysafetylit003854mbp.djvu> (último acesso: 05/01/2009)
- Nikolaidis G, Zavras D, Bonikos D e Kyriopoulos J (2004) Trends of mortality rates during the last thirty years in Greece. *Journal of Medical Systems*, 28(6): 607-616.
- Noland RB (2003) Medical treatment and traffic fatality reductions in industrialized countries. *Accident Analysis and Prevention*, 35(6): 877-883.
- O'Hare D (2000) The 'Wheel of Misfortune': a taxonomic approach to human factors in accident investigation and analysis in aviation and other complex systems. *Ergonomics*, 43(12): 2001-2019.
- Paterson TT (1964) The Theory of the Social Threshold. Em Haddon Jr W, Suchman EA e Klein D (Eds.) *Accident Research. Methods and Approaches*. New York: Harper & Row. (458-464).
- Peden M, Scurfield R, Sleet D, Mohan D, Hyder A, Jarawan E e Mathers C (2004) *Informe Mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito*. Publicación Científica y Técnica Nro. 599. Washington: Organización Panamericana de la Salud. Disponível online em: <http://whqlibdoc.who.int/paho/2004/927531599X.pdf> (último acesso: 28/10/2006)
- Pedragosa JL (2004) *Líneas y modelos de trabajo internacional sobre accidentes laborales de tráfico*. Ponencia en el 1º Congreso sobre los Accidentes de Tráfico en el entorno Socio-Laboral. Madrid: DGT - Mutua La Fraternidad (España). Disponível online em: <http://www.orpconference.org/2008/actividades/documentar/CONGRESO.pdf> (último acesso: 18/01/2009)
- Plöchl M e Edelmann J (2007) Driver models in automobile dynamics application. *Vehicle System Dynamics*, 45(7): 699-741.
- Qureshi ZH (2007) A review of accident modelling approaches for complex socio-technical systems. Em Cant T (Ed.) *Proceedings of the twelfth Australian workshop on Safety critical systems and software and safety-related programmable systems - Volume 86*. Adelaide, Australia: Australian Computer Society, Inc. (47-59).
- Qureshi ZH (2008) *A review of accident modelling approaches for complex critical sociotechnical systems*. Edinburgh, Australia: DSTO Defence Science and Technology Organisation. Disponível online em: <http://dSPACE.dsto.defence.gov.au/dSPACE/bitstream/1947/9120/1/DSTO-TR-2094%20PR.pdf> (último acesso: 21/12/2008)
- Rand Corp. (2007) *Research memoranda: Modeling the Traffic-Safety System by B. F. Goeller*. Sta. Monica, CA: Rand Corporation. Disponível online em: http://www.cgi.rand.org/pubs/research_memoranda/RM5633/ (último acesso: 05/01/2009)
- Ranney TA (1994) Models of driving behavior: a review of their evolution. *Accident Analysis and Prevention*, 26(6): 733-750.

- Raouf A (1998) Capítulo 56: Prevención de Accidentes. Teoría de las causas de los accidentes. Em Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España (Ed.) *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT*. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. (6-8).
- Ríos Condado T e Vargas Tentori E (1998) La acción razonada, valores y medio ambiente. *Educación*, 4(Enero/Marzo): 92-107.
- Robertson LS (2007) *Injury epidemiology: research and control strategies*. 3rd. edition. New York: Oxford University Press.
- Rocha JBdA (2005) Inovações tecnológicas aumentam a segurança no trânsito? *Psicologia: Pesquisa & Trânsito*, 1(1): 9-15.
- Ross HL (1964) Traffic Law Violation: A Folk Crime. Em Haddon Jr W, Suchman EA e Klein D (Eds.) *Accident Research. Methods and Approaches*. New York: Harper & Row. (496-503).
- Rothengatter T (1997a) Psychological Aspects of Road User Behaviour. *Applied Psychology*, 46(3): 223-234.
- Rothengatter T (1997b) Errors and violations as factors in accident causation. Em Rothengatter T e Carbonell Vaya E (Eds.) *Traffic and transport psychology. Theory and application*. New York: Pergamon. (59-64).
- Rothengatter T (2001) Objectives, topics and methods. Em Barjonet P-E (Ed.) *Traffic Psychology Today*. New York: Springer. (3-13).
- Rozestraten RJA (1988) *Psicología do Trânsito. Conceitos e processos básicos*. São Paulo: EPU-EDUSP.
- Runyan CW (1998) Using the Haddon matrix: introducing the third dimension. *Injury Prevention*, 4(4): 302-307.
- Runyan CW (2003) Introduction: Back to the Future—Revisiting Haddon's Conceptualization of Injury Epidemiology and Prevention. *Epidemiologic Reviews* 25(1): 60-64.
- Shepherd R (2004) It's no accident. *Canadian Medical Association Journal*, 170(2): 173-174.
- Skiba R (1998) Capítulo 56: Prevención de Accidentes. Principios teóricos de la seguridad en el trabajo. Em Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España (Ed.) *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT*. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. (34-36).
- Sleet DA, Liller KD, White DD e Hopkins K (2004) Injuries, Injury Prevention and Public Health. *American Journal of Health Behavior*, 28(Suppl 1): s6-s12.
- Smillie RJ e Ayoub MA (1976) Accident causation theories: A simulation approach. *Journal of Occupational Accidents*, 1(1): 47-68.
- Smoot G (2000) *Scientific Theory or Model*. Berkeley: University of California Berkeley. Disponível online em: <http://aether.lbl.gov/www/classes/p10/theory.html> (último acesso: 12/01/2009)

- Stefani D (2005) Teoría de la Acción Razonada: Una propuesta de evaluación cuali-cuantitativa de las creencias acerca de la institucionalización geriátrica. *Evaluar*, 5: 22-37.
- Subias JL (1991) *Introducción a la Teoría del Caos*. Disponível online em: <http://www.didyf.unizar.es/info/jlsubias/IntrCaos.htm> (último acesso: 28/10/2006)
- Summala H (1997) Hierarchical model of behavioural adaptation and traffic accidents. Em Rothengatter T e Vaya EC (Eds.) *Traffic and transport psychology. Theory and application*. New York: Pergamon.
- Tambellini Arouca A (1975) *Contribuição a Análise Epidemiológica dos Acidentes de Trânsito*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Universidade Estadual de Campinas: Campinas, Paraná (Brasil).
- Trifiletti LB, Gielen AC, Sleet DA e Hopkins K (2005) Behavioral and social sciences theories and models: are they used in unintentional injury prevention research? *Health Education Research: Theory & Practice*, 20(3): 298-307.
- Urquía M (2007) *Teorías dominantes y alternativas en epidemiología*. Série: Colección Salud Comunitaria. Remedios de Escalada: Editorial Universidad Nacional de Lanús.
- Van Elslande P (2003) Erreurs de conduite et besoins d'aide: une approche accidentologique en ergonomie. *Le travail humain*, 66(3): 197-224.
- Ventura Fernández R (2006) *Actitudes y Cultura Emprendedora en Europa*. Málaga, España: Área de Recursos e Iniciativas Locales de la Diputación de Málaga - Universidad de Málaga. Disponível online em: http://www.malagaemprendedora.org/subidas/archivos/arc_80.doc (último acesso: 16/01/2009)
- Verschuur WLG e Hurts K (2008) Modeling safe and unsafe driving behaviour. *Accident Analysis and Prevention*, 40(2): 644-656.
- Vincoli JW (1994) *Basic Guide to Accident Investigation and Loss Control*. New York: John Wiley and Sons.
- Volpe R (2003) *The Prevention of Injury*. The Association of Workers' Compensation Boards of Canada. Disponível online em: <http://www.awcbc.org/common/assets/english%20pdf/textrichardvolpe.pdf> (último acesso: 26/12/2008)
- Wiegmann DA, von Thaden TL e Gibbons AM (2007) *A review of safety culture theory and its potential application to traffic safety*. Washington, DC: AAA Foundation for Traffic Safety. Disponível online em: <http://www.aaafoundation.org/pdf/WiegmannvonThadenGibbons.pdf> (último acesso: 12/12/2008)
- Wilde GJS (2005) *O limite aceitável de risco. Uma nova psicologia de segurança e de saúde*. São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Xie C-q e Parker D (2002) A social psychological approach to driving violations in two Chinese cities. *Transportation Research Part F*, 5(4): 293-308.

Zhang J, Wang H e Li P (2004) Cellular automata modeling of pedestrian's crossing dynamics. *Journal of Zhejiang University SCIENCE*, 5(7): 835-840.

ⁱ Em Português: "acontecimento infeliz, casual ou não, de que resulta ferimento, dano, etc." (Minidicionário Aurélio, 6ª edição revista e atualizada, 2004. Curitiba: Posigraf)

Em Espanhol: "suceso eventual o acción de que involuntariamente resulta daño para las personas o las cosas" Diccionario de la Real Academia Española on line: (http://buscon.rae.es/draeI/SrvltGUIBusUsual?TIPO_HTML=2&TIPO_BUS=3&LEMA=accidente último acesso em 22/12/2008).

ⁱⁱ Cabe salientar que a palavra "*injury*" não é utilizada na literatura anglo-saxão para referir-se aos códigos V01-X59 do Capítulo XX na Classificação Internacional de Doenças 10ª revisão (ICD10), onde ainda se continua utilizando o termo "*accident*" (<http://www.who.int/classifications/apps/icd/icd10online/index.htm?gv01.htm> último acesso: 27/12/2008).

ⁱⁱⁱ "*A scientific theory is a synthesis of well-tested and verified hypotheses about some aspect of the world around us.*" ... "*Scientists often employ a model in order to understand a particular set of phenomena. A model is a mental image of the phenomena using terms (or images) with which we are familiar.*" (Smoot, 2000).

"*La teoría se construye para explicar o comprender un fenómeno, un proceso o un conjunto de fenómenos y procesos. Este conjunto citado constituye el domino empirico de la teoría, pues esta tiene siempre un carácter abstracto*" (Minayo el at, 2003)

"*Simplified or idealized representations of the systems found in the physical world*" (Del Re, 2000)

^{iv} Fishbein e Ajzen (1975) definem atitude como "*uma predisposição apreendida para responder de uma forma favorável ou desfavorável diante de um objeto dado*" (em García Garduño, 2007)

^v Quando descrevem sua classificação eles mesmos escrevem: "*To organize this large collection of models (note that no pedantic distinctions were made between models and theories) a taxonomy was developed...*" (Lehto M e Salvendy, 1991 pág. 176). Talvez o principal problema desta classificação seja, precisamente, a falta de discriminação entre técnicas, modelos e teorias, pois acaba misturando (com a intenção de não ser "pedante") esses conceitos que apresentam uma hierarquia bem marcada e determinada.

^{vi} "Mudança na abordagem na epidemiologia, prevenção, e melhora do traumatismo: A transição para abordagens baseadas na etiologia mais do que para as baseadas na descrição" (tradução pelos autores)

^{vii} E mais, não só este grupo de modelos, mas também a grande maioria das teorias e modelos explicativos.

Seção 4. Um novo olhar sobre os Acidentes de Trânsito.

4-1. Apresentação do artigo

Retomando a crítica do trabalho anterior, levando em conta as novas demandas que o trânsito solicita, e reconhecendo a necessidade de trabalhar cada vez mais de uma forma transdisciplinar, é que se trabalhou na proposta de um modelo sistêmico hierárquico complexo como alternativa para explicar os Acidentes de Trânsito desde uma abordagem baseada nos sistemas complexos. Este modelo inclui componentes que provêm de diferentes disciplinas, ordenados em quatro níveis hierárquicos e apresentando complexas relações entre eles.

Como consequência lógica do desenvolvimento deste modelo, no final do trabalho se desprende uma reflexão acerca da atualidade do conceito de risco.

4-2. Artigo 4: Apresentação de um modelo sistêmico hierárquico complexo para explicar os Acidentes de Trânsito.

Resumo

O objetivo deste trabalho é propor um modelo hierárquico para a abordagem dos acidentes de trânsito, baseado na teoria dos sistemas complexos, que contemple categorias de diversos campos disciplinares. O modelo apresenta quatro níveis hierárquicos, reconhecidos como Individual, a Vizinhança, o Município e o nível macro de País – Província/Estado. Os componentes do modelo provêm de diferentes disciplinas, e estão relacionados por determinações e condicionamentos em cada um dos níveis. Fenômenos de emergência e de processos fractais são contemplados. Sob nenhum conceito pretendemos estabelecer este modelo como finalizado. Muitos mais aportes de olhares diversos são necessários para enriquecê-lo. Acredita-se que representa um avanço no reconhecimento da complexidade dos AT e na sistematização do seu estudo. Provavelmente, muitas dimensões podem vir a ser acrescentadas no futuro, com os avanços nas técnicas de análise quantitativas e qualitativas (triangulação metodológica). Acreditamos que este modelo apresenta uma alternativa inovadora que surge da análise, comparação e combinação de diversas abordagens, incorporando fortemente atributos dos sistemas complexos, os quais, achamos, acercam-nos cada vez mais a compreensão da realidade.

Abstract

This paper proposes a hierarchical model for traffic accidents approach, based on the theory of complex systems, covering several categories of disciplinary fields. The model presents four hierarchical levels, recognized as individual, the neighborhood, the municipality level and the Country - Province / State macro level. The model components came from different disciplines, and are related to determinations and conditions in each level. Emergency and fractals procedures phenomena are covered. We don't want to establish this model as finalized. Many more contributions from different views are needed to enrich it. It is believed that the model represents a step forward in recognizing the complexity of AT and in the systematization of its study. Probably, many dimensions may be added in the future, with qualitative and quantitative analysis techniques (i.e., methodological triangulation). We believe this model provides an innovative alternative that emerges from the analysis, comparison and combination of different approaches, incorporating attributes of complex systems, which bring us closer for the better understanding of reality.

Introdução:

Ao redor 50 milhões de pessoas ficam feridas e aproximadamente 1,2 milhões morrem a cada ano no mundo devido aos Acidentes de Trânsito (AT), número maior que a população total de Argentina. Para 2020 espera-se que esse número aumente 65% em países de renda alta e perto de 80% em países de renda média e baixa. Isso, além de assinalar um grave problema atual de saúde pública, indica a desigualdade presente entre países com piores condições socioeconômicas (Santo, 1992, em Peden et al, 2004).

Diante dessa realidade, impõe-se a necessidade de ações dirigidas à redução destes eventos. Para isto ocorrer se precisa de experimentos e pesquisas que produzam diagnósticos e previsões, destinados ao suporte do planejamento e execução das medidas de prevenção pertinentes.

Desde meados do século passado e nos primeiros anos do atual desenvolveram-se numerosos modelos que tentam explicar a gênese dos AT, guiando as pesquisas na produção de conhecimento. Entende-se modelo como *"uma descrição generalizada ou hipotética utilizada para analisar ou explicar alguma coisa"* (Glanz and Rimer, 1995, em Trifiletti et al, 2005). Para os acidentes, Huang et al. ensaiam outra definição:

"Um modelo de acidente é uma representação conceitual abstrata da ocorrência e desenvolvimento de um acidente. Descreve como e por que acontecem os acidentes, define possíveis causas e interações, e dirige a coleção e análise de dados, como também a seleção de contramedidas" (Huang et al, 2004, pág. 276).

Eles são ferramentas essenciais para a descrição da realidade, cujo objetivo principal é ordenar as observações da forma mais simples possível, para tentar resolver problemas e comunicar os achados (Del Re, 2000).

Como já foi descrito na Seção 3, numerosos modelos foram propostos para a abordagem dos acidentes de trânsito (AT); para sua descrição foram agrupados em sequenciais, físico-biológicos, psicossociais e sistêmicos (Macías, 2009).

- Os *Seqüenciais* são modelos baseados em eventos, dispostos em cadeia ao longo do tempo. A estrutura está geralmente representada em uma linha ou estrutura de árvore, com relações lineares e determinísticas. Segundo este modelo, a prevenção do AT logra-se quebrando a cadeia, ou seja, tirando um evento da seqüência. Especialmente, os chamados atos (humanos) e condições inseguras (do veículo e do ambiente) são considerados os fatores principais a evitar na hora de prevenir acidentes. Os mais conhecidos são o modelo de Heinrich e o de Goeller (Huang et al, 2004; Macías, 2009)

- Os *Físico-biológicos* incluem os modelos denominados classicamente de transferência de energia e epidemiológicos. Os primeiros indicam que os acidentes se produzem devido à liberação de energia (em qualquer uma de suas várias formas: termal, radiante, química, elétrica, e mecânica) de forma inesperada e não desejada, de maneira que ocorra uma transferência da mesma que ultrapasse os limiares de resistência dos tecidos humanos ou das estruturas, provocando lesão ou dano. A quantidade (ou concentração) de energia determina a gravidade da lesão. Dois pesquisadores que trabalharam com essa idéia foram J. J. Gibson (o primeiro autor a descrever as diferentes formas de energia como causa das lesões) e Reinald Skiba. Os Epidemiológicos estão baseados na teoria da multicausalidade, e analisam aos acidentes da mesma forma que as doenças transmissíveis: utilizando os componentes da tríade epidemiológica hóspede – agente – ambiente (HAA). Estas categorias são relacionadas em uma matriz com as três fases do acidente (pré, durante e pós-acidente), resultando em nove células onde são organizados os dados obtidos da pesquisa, e inclusive podem colocar-se as contramedidas para cada elemento. William Haddon Jr. foi quem propôs esta forma de estudo dos AT, que ainda continua sendo utilizada na atualidade (Huang et al, 2004; Qureshi, 2007; Macías, 2009).

- Os *Psicossociais* são aqueles que estudam as características psicológicas e sócio-culturais dos indivíduos (ou grupos de indivíduos)

considerados “expostos” a riscos. Essas características se traduzem em comportamentos individuais (condução arriscada, álcool, não utilização de medidas de segurança) ou sociais (estresses sociais, valores do grupo) que levariam à produção dos acidentes. Nesses modelos se procura conhecer o porquê do evento, e não a lesão ou dano provocado: é mais importante conhecer como se produz o AT que suas consequências. A prevenção está principalmente dirigida à modificação de comportamentos (tanto individuais como sociais) que são identificados como possíveis determinantes do acidente. Foram propostos numerosos modelos que analisam principalmente o comportamento do condutor. Dois modelos dos mais utilizados são: o Modelo do comportamento humano de Rasmussen (1987) e o Sistema de Modelagem Genérico de Erros (GEMS) de Reason (1990), que deram origem a múltiplos desenvolvimentos de outros modelos e pesquisas. É importante ressaltar que estes dois apresentam uma estrutura com diferentes níveis em sua conformação, reconhecendo a presença de hierarquias nos AT. Este fato será tomado como fundamental e será rapidamente incorporado pelos modelos mais modernos (Ranney, 1994; Huang et al, 2004; Macías, 2009).

- Por último, os modelos *Sistêmicos* são uma série de modelos baseados na teoria dos sistemas, introduzindo as noções de adaptação, emergência e limites como principais fatores de estudo. As interações entre os seus componentes definem as funções dos sistemas complexos, as quais nem sempre são unidirecionais (existindo *loops*, processos de realimentação, etc.), de tal forma que o desempenho de uma parte determinada depende do que as outras partes estão fazendo. Assim, as funções gerais de um sistema complexo não podem ser entendidas estudando só uma parte da estrutura (Leveson, 2004; Qureshi, 2007). Para estes modelos cada acidente é um evento único, sem uma sequência fixa de produção, ocorrendo no momento em que vários fatores (humanos, técnicos e ambientais) coexistem em um tempo e espaço específico. Considera-se que o acidente é causado mais por

interações complexas entre componentes que por falhas individuais dos componentes; também que os fatores contribuintes do acidente podem não ser falhas, mas podem ser processos alternativos ou adaptativos que vão além dos limites de segurança para esse sistema nesse momento (Van Elslande, 2003). A ênfase destes modelos está colocada na predição, sem perder de vista a importância da pesquisa retrospectiva (Marais e Leveson, 2003; Huang, 2007; Magrabi et al, 2007).

Excetuando os sistêmicos, nos demais modelos a ênfase é depositada na descrição do AT acontecido, e as pesquisas estão baseadas em modelos determinísticos seqüenciais utilizando fatores reconhecidos para, mediante cálculos matemáticos e estatísticos, avaliar quais apresentam o maior peso na geração de acidentes. Isto é devido a que os acidentes são pensados como falhas próprias de componentes do sistema. A pesquisa na área de segurança industrial já mostrou que esse tipo de modelo é insuficiente para analisar sistemas complexos, como é o trânsito, onde o acidente é causado por complexas interações entre seus componentes (Huang et al, 2004; Leveson, 2004; Huang, 2007).

Por que "*sistemas*", e por que "*complexos*"? O enfoque sistêmico parte da idéia de que todas as coisas são ou formam parte de *sistemas*. Segundo Mario Bunge, estes podem ser definidos como um objeto estruturado que apresenta: uma *composição* (a coleção de todos os elementos que o conformam), um *entorno* (os elementos que não pertencem ao sistema, mas que influem nele), uma *estrutura* (as relações ou vínculos entre os componentes e com o entorno) e um *mecanismo* próprio (aqueles processos que fazem com que o sistema se comporte de modo peculiar), de tal maneira que os componentes interatuem entre si e seu entorno (o modelo de sistema CESM: *Composition, Enviroment, Structure, Mechanism*) (Bunge, 2004, pág. 56).

A *complexidade*, de acordo com Almeida Filho, pode ser definida de três formas. A primeira, como "*pluralidade e hierarquização de níveis de ocorrência de processos*"; a segunda, como referência à "*diversidade das relações entre os*

elementos componentes de um dado objeto modelo". E a última, "pode ser entendida como sua natureza não finalística ou iterativa, correspondendo ... à propriedade de realimentação" que possuem estes sistemas. (Almeida Filho, 2006).

Então, pode-se dizer que um sistema é complexo quando apresenta uma série de características, que são:

a) Presença de comportamentos de difícil predição, caos e sensibilidade às condições iniciais. Sistemas dinâmicos. Trata-se de estruturas sistêmicas abertas, com componentes inter-relacionados com conexões e parâmetros em constante mudança e transformação. Apresentam ordem suficiente para sustentar processos, mas com tal quantidade/magnitude de "desordem" como para adaptar-se a situações novas. Neste contexto, "caos" refere-se aos comportamentos aleatórios que ocorrem em sistemas determinísticos¹ (Farbiarz e Alvarez, 2000). Assim, "caos determinístico" significa que esses sistemas são sensíveis a pequenas mudanças nas suas condições iniciais. Agora, a característica é que "as condições iniciais" desses sistemas são, geralmente, desconhecidas; de fato, sempre existe um erro no seu cálculo. Deste modo, as incertezas irão aumentando e acumulando no tempo, e, portanto, o determinismo irá desaparecendo. Isso acaba em sistemas com resultados imprevisíveis, mesmo em alguns bem definidos e determinísticos a priori (Fuks, 1995; Moreira, 1995; Martínez Mekler, 2000).

b) Não linearidade. Este conceito é utilizado geralmente com três significados: o primeiro está relacionado à ausência de uma lógica proporcional nas relações entre causas e efeitos. Pequenas variações ou perturbações, involuntárias e imperceptíveis, que atuem sobre esse tipo de sistemas, podem provocar variações "desproporcionais" nos efeitos. O segundo sentido com que se o utiliza é para descrever a amplificação de efeitos por estímulos fracos. Está em relação com a sensibilidade que apresentam estes sistemas às "condições iniciais". O terceiro significado fala da capacidade dos sistemas complexos de possuir fluxos de realimentação. Esses fluxos não aparecem nos sistemas simples nem nos

complicados, onde as relações são unidirecionais. Esta característica resulta sumamente importante na evolução, e significa uma adaptação ao meio, às vezes modificando ou gerando estruturas novas em níveis superiores (ver ponto f: Emergência). Tanto a impossibilidade de mensuração precisa das mudanças, como a natureza não linear da relação destas com os efeitos, resultam na imprevisibilidade deste tipo de sistemas (Martins, 1995; Martínez Mekler, 2000; Almeida Filho, 2006).

c) Atratores estranhos. Chama-se assim a centros, pontos ou situações para onde determinadas energias são atraídas. Essa atração é devida à presença dentro dos sistemas de algum tipo de “fricção” interna que faz aproximar os elementos a esses pontos. Por exemplo, nos sistemas sociais, o dinheiro, poder e bens materiais podem ser considerados como atratores. Existem distintos tipos de atratores (por exemplo, fixos, cíclicos), mas nos sistemas complexos aparecem certos atratores com sensibilidade às condições iniciais, chamados “estranhos”, que não permitem predizer as trajetórias (os comportamentos) dos elementos do sistema ao longo prazo. Representam uma forma de expressar graficamente as relações não lineares. Caso exista mais de um atrator no sistema, aparecem as chamadas “bacias de atração”, muitas vezes entremeadas umas com as outras. Uma pequena mudança nas condições iniciais pode fazer com que o sistema passe de uma bacia para outra, embora alguns possam apresentar estabilidade ao redor de um ou mais atratores caóticos e outros encaminhar-se para estados estacionários não caóticos. Nas áreas onde a complexidade característica dos fenômenos estudados é grande (por exemplo, fatos sociais) isso aparece com mais força ainda. Cotidianamente, a vida humana passa de um atrator a outro (Damásio, 1995; Moreira, 1995; Almeida Filho, 2000; Dimitrov e Ebsary, 2000; CNA Corp., 2004; Almeida Filho, 2006).

d) Fractalidade. Denominam-se fractais aos desenhos decorrentes do registro de trajetórias influenciados por atratores estranhos no computador. De uma forma simples, podem-se definir como formas cuja irregularidade e fragmentação nem tendem a desvanecer-se nem a

oscilar para acima e para abaixo, mas permanecem essencialmente inalteráveis à medida que nos acercamos de forma contínua e refinamos a observação. Assim, a estrutura de cada peça possui a chave da estrutura completa, apresentando uma “similaridade contráctil”, ou seja, cada parte é uma redução geométrica linear do todo, com os mesmos raios de redução em todas as direções. Representa uma forma sintética de constatar a persistência de certas propriedades nos distintos níveis do sistema (Mandelbrot, 1989; Almeida Filho, 2000, 2006).

Deve ficar claro que a aplicação dos conceitos de atratores estranhos e de fractaliidade nos sistemas sociais deve ser feita apenas como metáfora, com todos os riscos que podem estar envolvidos nesta opção.

e) Hierarquia – Níveis – Concepção holística. Uma das múltiplas formas de representar os sistemas é a sua descrição como uma hierarquia de entidades que existem em diferentes níveis discretosⁱⁱ de organização. Bunge indica que um nível é “*a coleção de todas as coisas que possuem certas propriedades em comum*” (Bunge, 2004, pág. 33). Reconhecem-se dois tipos básicos de estruturas: as hierarquias de entidades aninhadas em entidades maiores, e as hierarquias de controle (que podem ou não ser aninhadas) (Salthe, 1985). Classicamente se diz que esta disposição hierárquica se constrói historicamente desde abaixo para cima, e que se regula desde cima para abaixo; os níveis superiores seriam reguladores de um nível dado, que por sua vez seria regulador de um nível inferior. Mas essa idéia não fica tão clara nos sistemas complexos, onde existem fluxos de regulação desde níveis inferiores para os superiores: são os chamados processos de realimentação ou *feedback*. Alguns sistemas são muito grandes, e estão formados por “partes” ou “componentes” menores. A totalidade está formada por partes, e tudo é parte de alguma coisa ainda maior; portanto, todas as coisas são partes e totalidades simultaneamente (Castellanos, 1987; Samaja, 2004; Almeida Filho, 2006).

f) Emergência. A utilização do conceito de “emergência” tem ressurgido em tempos recentes em relação ao grande desenvolvimento da teoria da complexidade. O termo tem ampla utilização, mas ainda não existe uniformidade na definição acerca da emergência. O sentido utilizado com mais frequência é aquele que fala da “criação de novas propriedades”. Seus três conceitos-chave (novidade, propriedade e criação) explicariam só as características principais do pensamento emergencista, mas resultam insuficientes para alcançar uma compreensão acurada da emergência. De fato, esta abordagem representa mais o olhar de uma linha de pensamento em particular (o “emergentismo diacrônico”) que se associa com um grupo de teorias (denominadas “naturalistas” ou “fiscalistas”) compartilhando com estas algumas características centrais. Tratar-se-ia da geração do “radicalmente novo”, apresentando um olhar novo sobre a questão da determinação (El-Hani e Pihlström, 2002; El-Hani e Queiroz, 2005; Almeida Filho, 2006; Almeida Filho e Coutinho, 2007).

g) Borrosidade. Propriedade que fala da falta de precisão nos limites presentes entre os componentes dos sistemas complexos. Segundo Almeida Filho existiriam três tipos de borrosidade: o “Borramento 1” implica uma importante crítica à noção clássica de evento (entendido como fato pontual e fragmentado com limites precisos impostos de forma arbitrária), desde que nos sistemas dinâmicos o que ocorreria seriam processos e transformações dos componentes, com fluidez de limites. O “Borramento 2” fala do sumiço dos limites externos dos sistemas, e da continuidade que apresentam com o seu entorno, implicando numa maior “contextualização” do sistema (interação com o meio). Por último, o terceiro tipo (“Borramento 3”) dá conta da subjetividade presente entre sujeito e objeto, ou seja, a existência de uma delimitação fluida, ambígua, contraditória e confusa entre estes. É comum observar essa imprecisão nos limites dos processos de ordem social (Almeida Filho, 2000, 2006; Almeida Filho e Coutinho, 2007).

Estabelecendo uma espécie de ranking, poder-se-ia dizer que os sistemas mais “determinísticos” corresponderiam aos físicos (uso intensivo da matemática e probabilidade), seguidos pelos biológicos (uso da matemática e probabilidade), depois estariam os fenômenos das ciências sociais (pouco uso da probabilidade), e por último os históricos (com alto grau de incerteza). Isto é, quanto maior a complexidade de um sistema, menor nossa capacidade para precisar comportamentos, até atingir um limite onde precisão e relevância (ou significância) apareceriam como características mutuamente exclusivas (Fuks, 1995).

Então, por que aplicar a teoria dos sistemas complexos para o estudo dos acidentes de trânsito? Desde finais da década de 1960, momento em que Haddon apresentou seu modelo, vários países desenvolvidos aplicaram medidas baseadas nesse princípio, e obtiveram importantes quedas no número de vítimas. Mas os indicadores chegaram até um patamar, e as medidas aplicadas nos últimos tempos tiveram pouco efeito. Além disso, durante o mesmo período, as taxas dos países de ingressos baixos e medianos aumentaram de forma considerável, às vezes com a aplicação das mesmas medidas adotadas nos estados mais ricos (Peden et al, 2004). Então, fica evidente que existem outros elementos, ou mesmo processos, que não foram considerados em toda sua dimensão, e que provavelmente tenham tanto ou mais influência na produção destes eventos. Claramente, os AT são fenômenos de etiologia multifatorial, com relações complexas entre os indivíduos, as máquinas e o entorno, e, portanto, onde existe uma necessidade real de intervenções multidisciplinares para o seu estudo. Assim, para uma análise mais abrangente do problema, se faz necessária a utilização de novas abordagens, que possam ajudar a entender aspectos do comportamento do indivíduo e da sociedade. Como todo modelo, este também implica uma redução, mas que tenta fornecer mais informação sobre a produção destes eventos do que os modelos atuais, para uma busca posterior de soluções (Rosa, 1995; Martínez Mekler, 2000). Nas palavras de Rosa: *“Não é suficiente os resultados teóricos serem imprevisíveis e os dados observados confusos. Há que entender como se produz essa confusão aparente, ou seja, qual a ordem que conduz ao caos”* (Rosa, 1995).

Conforme com Lund e Aarø,

"apesar dos fatores econômicos, a legislação, a aplicação da legislação, e aspectos de nosso ambiente cultural, organizacional e físico serem aceitos como cruciais na promoção da saúde e na mudança dos comportamentos de saúde, poucos modelos os incorporaram." (Lund e Aarø, 2004, pág. 272).

Assim, o objetivo deste trabalho é propor um modelo hierárquico de abordagem de acidentes de trânsito, baseado na teoria dos sistemas complexos, que contemple essas categorias. No ponto seguinte se exporão os componentes e as características segundo os níveis; e no por fim se discutirão vantagens, limitações e algumas questões pontuais.

O modelo proposto.

Trata-se de um modelo geral conceitual, sistêmico e hierárquico destinado ao estudo e compreensão dos acidentes de trânsito, baseado na teoria da complexidade.

1. Algumas definições

A) Neste modelo, o Acidente de Trânsito é considerado um evento emergente que consiste na interação entre um ou vários veículos e seres humanos, que pode produzir algum tipo de lesão nos indivíduos e/ou dano nas estruturas envolvidas. Tem, por definição, relação com o trânsito, e envolve interações complexas e não lineares entre os componentes (Qureshi, 2008).

B) O Trânsito poderia definir-se como um sistema sócio-técnico onde interatuam de forma complexa indivíduos (condutores, pedestres, ciclistas/motociclistas), veículos e o entorno das estradas (com componentes físicos, biológicos, climáticos, etc.). Segundo Gunnarsson, o condutor, o veículo e a estrada formam uma unidade chamada DVR (Driver – Vehicle – Road), e várias DVRs relacionam-se conformando o ambiente do trânsito (Gunnarsson, 1996, em Huang, 2007, pág. 47). O trânsito rodoviário moderno transformou-se

num ambiente cada vez mais complexo, cuja rápida evolução e dinamismo tornam a tarefa do condutor mais e mais exigente. Alguns fatores que fazem com que a complexidade e incerteza na condução aumentem são: o aumento do número de veículos circulantes, o re-desenho da infra-estrutura rodoviária, e a implantação progressiva de tecnologia da informação nos carros (Huang et al, 2004; Huang, 2007).

C) Três conceitos vão ser utilizados que precisam de uma apresentação especial: são os conceitos de Habitus, Capital Econômico e Cultural. É importante defini-los e contextualizá-los, tendo em vista que surgiram a partir de construções epistemológicas diferentes à teoria de sistemas complexos. Tais conceitos, emanados da Sociologia, representariam bem uma série de situações, processos e comportamentos que se apresentam no cotidiano do trânsito e tornam mais complexo o sistema. Além do mais, as abordagens sistêmicas são trans-disciplinares, portanto, mais uma razão para utilizar estes construtos serem aqui considerados.

De acordo com Pierre Bourdieu, existe um espaço social que estaria conformado pelas posições que ocupam nele os sujeitos e os grupos. Essas posições estão distribuídas segundo princípios de diferenciação, que são as suas diferentes espécies de capital (econômico, cultural, político, social e simbólico), além dos capitais específicos de cada campo, por exemplo, capital científico. Mas, segundo Bourdieu, talvez os que mais influem são o *Capital Econômico* e o *Capital Cultural*. Mais precisamente, os indivíduos e os grupos estão distribuídos segundo o volume global (o peso real) e a composição (o peso relativo) do capital que possuem. Quanto mais tiverem em comum, mais perto essas pessoas estarão em ambas as dimensões (Bourdieu, 2007). Essa posição que ocupam

"vai determinar as características das suas condições materiais de existência que sabidamente relacionam-se com a produção de doenças – salário, habitação, ambiente físico – mas também, relaciona-se com sua capacidade de ser normativo frente às agressões e desafios da vida" (Silva et al, 1999, pág. 195).

Ocupar essa posição específica supõe uma eleição, uma *tomada de posição*. A relação entre o lugar (*posição*) e a eleição (a *tomada de posição*) está mediada pelas disposições ou *Habitus*. Assim, a cada classe de posição corresponde um *Habitus* (que representa os produtos dos condicionamentos sociais associados às posições específicas) e um conjunto de bens e propriedades, unificadas por estilos afins (Bourdieu, 2007). Então, podemos compreender o *Habitus* como disposições que orientariam as formas de fazer, pensar e sentir, associados à posição social; seriam os aspectos não racionais da cultura que ligam os indivíduos aos grupos maiores, aqueles aspectos que ficam ancorados no corpo ou nas práticas diárias dos indivíduos, grupos, sociedades e nações. O *Habitus* inclui os hábitos aprendidos, habilidades corporais, estilos, gostos e outros conhecimentos por fora da razão, não determinados objetivamente nem produto da vontade livre, e compartilhados por um grupo específico (Bourdieu, 1994; Silva e Dussault, 1999; Wacquant, 2005). Nas palavras de Bourdieu,

"o Habitus é esse princípio gerador e unificador que re-traduz as características intrínsecas e relacionais de uma posição em um estilo de vida unitário, quer dizer um conjunto unitário de eleição de pessoas, de bens e de práticas" (Bourdieu, 2007, pág. 19).

É importante salientar que neste trabalho vão se utilizar os *Habitus* de classe. Estes são o conjunto de propriedades comuns e objetivadas que são incorporadas desde a classe de pertença (diferente das garantidas juridicamente, como a posse de bens ou poderes). Essa classe, denominada objetiva por Bourdieuⁱⁱⁱ, é conformada pelo conjunto de indivíduos *"com condições de existência homogêneas, que impõem uns condicionamentos homogêneos e produzem sistemas de disposições homogêneas, apropriadas para gerar umas práticas semelhantes"* (Bourdieu, 1988, pág. 100).

Não devemos esquecer-nos do uso do espaço pela população das grandes cidades: os grupos de poder utilizam pouco o espaço público, porque não precisam dele para conservar suas redes sociais; no entanto, os grupos mais pobres fazem uso desse espaço com mais frequência, precisamente para conseguir estabelecer e manter suas relações e conexões sociais. Às vezes, as

classes ricas vivendo na periferia das cidades em bairros fechados com vigilância e com acesso às grandes autopistas apresentam um perfil oposto a aqueles trabalhadores que moram também na periferia, mas em bairros "dormitórios", que obrigam à utilização do transporte público para deslocar-se para e desde o trabalho, com tempo maior de permanência na rua. Evidentemente, a exposição não é a mesma (Silva e Dussault, 1999; Fonseca, 2005).

Na presente proposta, na descrição dos componentes nomear-se-á (como uma aproximação à operacionalização de conceitos) *Nível Socioeconômico* ao *Capital Econômico*, e *Nível de Instrução* ao *Capital Cultural*, duas das aproximações (*proxies*) mais utilizadas para mensurar os conceitos definidos por Bourdieu (Krieger et al, 1997; Silva et al, 1999; Macedo et al, 2001; Karmakar e Breslin, 2008).

D) O conceito de Cultura^{iv}: segundo Juan Samaja, trata-se de um "*conjunto de valores e símbolos destinados a sustentar as normas que regulam as relações inter-individuais e com as coisas*" (Samaja, 2000, pág. 47), sendo um elemento socialmente construído e transmitido. A Cultura exerceria sua influência sobre as ações do indivíduo através do seu grupo ou classe de pertença. Cada grupo ou classe terá uma Cultura e um conjunto de *valores e símbolos* próprios, que fazem com que os olhares e as interpretações do cotidiano e as reações conseqüentes sejam também singulares. As práticas são diferentes entre países, dentro dos mesmos e ao longo do tempo, evidenciando diferentes padrões de comportamento que geralmente são modelados por fatores culturais (Factor et al, 2007; Hruschka e Hadley, 2008).

Depois de definir *Habitus* e *Cultura* vemos que há muitos pontos em comum e limites difusos entre eles. Neste trabalho *Cultura* será utilizada como substituto ou aproximação (*proxy*) do *Habitus* nos níveis superiores (municipal e província/estado - nação), devido a que provavelmente seja muito difícil na prática medi-lo em grupos de grande tamanho, isto é, além da vizinhança.

E) Outro conceito que utilizaremos é o *Entorno*. Neste trabalho, Entorno está baseado na categoria de *Espaço Social*, que, conforme a opinião de Milton Santos se define como

"um conjunto de formas representativas de relações sociais do passado e do presente e por uma estrutura representada por relações sociais que estão acontecendo diante dos nossos olhos e que se manifestam através de processos e funções" (Santos, 2004, pág. 153).

Como totalidade, inclui homens, instituições, meio ecológico e estruturas físicas, instâncias que submete (mesmo sendo totalidade) a variações de tipo quali e quantitativos (Santos, 1992, em Costa e Teixeira, 1999). Esse Espaço Social (também chamado *território* por Santos) está historicamente conformado, e é considerado como o resultado dos modos de produção da sociedade, e como tal, relacionado fortemente com as classes sociais (segundo o sentido que lhes dá Bourdieu) (Santos, 2004). Portanto influi sobre os modos de vida (atitudes, preferências) e também sobre os padrões de consumo de bens e serviços, de tal forma que, geralmente, a exposição a situações desfavoráveis para a saúde não são escolhas dos habitantes, senão de falta de opções para mudar essa posição. Habitualmente, os territórios com piores condições de vida são aqueles que apresentam deficiências em esgoto e saneamento, contaminação, problemas de relacionamento entre os moradores, fechando um círculo vicioso onde estas condições se perpetuam e até se agravam (Fiocruz, 2006).

Também, os diferentes tipos de vias (caminhos rurais, ruas locais, rodovias, autopistas) apresentam diferentes características que fazem com que o perigo e o risco sejam diferentes. Por exemplo, a falta de controle em caminhos rurais, às vezes com animais soltos, cria um ambiente muito arriscado; ou também as ruas nas favelas e bairros pobres, com muita gente circulando, representam também um perigo para os pedestres e ciclistas (Glizer, 1993). E mais, os acidentes em áreas urbanas são mais freqüentes, mas de menor severidade (menor velocidade nas horas de maior tráfego, maior

número de carros) comparados com áreas rurais, onde a velocidade é maior, com menor trânsito e sem controle (Robertson, 2007).

No modelo nós focalizaremos apenas o que Santos definiu como *Objetos geográficos* (Santos, 1979, em Fiocruz, 2006, pág. 12), isto é, tudo aquilo que provem da natureza, resultante da produção humana, que existe na superfície da Terra (objetos móveis e imóveis: cidades, estradas, florestas, portos, morros, etc.). Mesmo concordando que formam parte indissolúvel dessa totalidade que é o *Espaço Social*, cremos que os outros aspectos desse espaço estão sendo descritos nas outras categorias descritas.

F) O *Trabalho*: trata-se das atividades de produção material dos indivíduos, envolvendo assim a noção de emprego. Existe uma grande diferença entre trabalhadores temporários e permanentes: os primeiros têm riscos de mortalidade geral maiores que os outros (Nätti et al, 2009). Algumas explicações falam da falta de homogeneidade dos grupos de trabalhadores temporários, com menor apoio social, maior insatisfação, perda de auto-estima; tudo isso ligado a níveis socioeconômicos menores. Com os desempregados a situação é pior ainda (Pensola e Martikainen, 2004), mostrando um “gradiente”: com piores condições de trabalho, piores condições de saúde.

G) *Sexo*: inclui-se nesta dimensão à noção de *Gênero*, que pode definir-se como “*uma construção social em relação a convenções, papéis e comportamentos vinculados à cultura, bem como as relações entre as mulheres e os homens*” (Krieger, 2001). O gênero tem sido identificado como um importante preditor de envolvimento de acidentes. Existe uma desigual exposição entre sexos devido a diferenças nos tipos de profissões e empregos, nos hábitos e comportamentos (formas de perceber e lidar com o perigo), e na forma de lazer, que se expressariam em diferentes usos da rua, formas de conduzir, percepções, etc. (Pereira, 2005; Factor et al, 2007).

H) A Idade: é um fator demográfico muito importante em acidentes em geral e em AT em particular. Existe uma clara predominância de AT entre os indivíduos de 15 a 44 anos (Martin, 2001), que estaria determinada pela utilização do espaço (trabalho, lazer), baixa percepção do perigo, pouco respeito às leis e normas, tempo de permanência na estrada ou por comportamentos influenciados pelos pares (consumo de álcool, condução arriscada, não uso de capacete ou cinto de segurança) (Factor et al, 2007).

I) A Situação de Usuário: trata-se do papel que representam os indivíduos dentro do sistema de trânsito. O risco varia se for condutor, pedestre, ciclista, motociclista, ocupante de carro ou ônibus, se trabalhar na rua, ou se utilizar a rua como espaço de lazer (por exemplo, crianças) (Martin, 2001; Peden et al, 2004).

J) As Leis e Ordenanças: refere-se à série de normas e regras ditadas pela autoridade da sociedade. São produtos sociais que pretendem pautar tanto as condutas individuais como as relações sociais. Aquelas envolvidas de forma direta seriam as normativas de trânsito, e algumas dimensões a pesquisar seriam o tratamento das violações (sistema punitivo), as medidas de segurança, regulamento do trânsito pedestre, manutenção do sistema rodoviário, a importância dada à educação na condução, existência de organismos de controle, e sua aplicação efetiva. Espera-se que, no trânsito, os pedestres adotem as condutas esperadas, os motoristas conduzam como as normas indicam, e que todo funcione como a lei específica (Castiglione et al, 2004; Thielen et al, 2007).

Para este trabalho, se considera que as Leis são as promulgadas por organismos nacionais ou provinciais/estaduais; e que as Ordenanças são ditadas pelas autoridades municipais.

2. Características

Basicamente, o modelo possui as seguintes características:

- a. Geral: a idéia é que o modelo sirva para explicar o evento em qualquer usuário da rua (condutores, ocupantes de veículo, pedestres, ciclistas e motociclistas), para qualquer tipo de veículo e em qualquer ambiente, mesmo AT sem vítimas.
- b. Conceitual: este modelo foi desenhado para a compreensão do sistema de trânsito e de um dos seus emergentes, o acidente. Tenta aproximar-se à definição proposta por Greca e Moreira: os modelos conceituais

"são representações simplificadas e idealizadas de objetos, fenômenos ou situações reais, porém são precisos, completos e consistentes com o conhecimento cientificamente aceito" (Greca e Moreira, 1997, em Moreira et al, 2002, pág. 47).

- c. Múltiplos níveis. Como todo sistema complexo, o trânsito possui níveis hierárquicos. Gunnarsson indica três níveis: o nível da unidade DVR (individual), um nível "meso" composto pelo entorno psicossocial e físico local, e o nível "macro, constituído pela sociedade (Gunnarsson, 1996, em Huang, 2007, pág. 48). Neste trabalho propõe-se um modelo de quatro níveis: o nível do indivíduo, o nível da vizinhança, o nível do município, e um nível macro (estado/província, nação). O nível "macro" de Gunnarsson foi separado em dois, entendendo que o indivíduo não suporta as mesmas influências do nível municipal que do nível provincial/estadual-nacional. Nesse sentido, achamos essa divisão político – administrativa útil para a operacionalização do modelo, pela presença de dados em ambos os níveis.

A influência do contexto social (como estrutura hierárquica) sobre os indivíduos é uma idéia já aceita (Diez Roux, 2000, 2007), e na área dos acidentes de trânsito foram publicados vários trabalhos que consideram essa propriedade do espaço social (Borrell et al, 2002; Jones e Jørgensen, 2003; Ferrando et al, 2005; Nelson et al, 2005; Vanlaar,

- 2005; Lenguerrand et al, 2006; Kim et al, 2007; Yannis et al, 2007; Jones et al, 2008; Newnam et al, 2008).
- d. A idéia da presença de uma evolução temporal não linear (efeitos não proporcionais às causas). Nem sempre o indivíduo que fica numa situação de acidente (em risco de padecê-lo, exposto) vai sofrer o evento. Esta situação contrapõe-se com a idéia causalista clássica, onde para uma causa específica deve ocorrer um efeito específico, com uma relação linear, com uma característica e intensidade particular para cada causa (Almeida Filho, 2006; Almeida Filho e Coutinho, 2007).
- e. Mudanças nas normas de determinação. As combinações das múltiplas determinações no nível individual (por exemplo) não aparecem sempre na mesma seqüência nem na mesma intensidade, resultando em distintas situações de risco de padecer o acidente (Almeida Filho e Coutinho, 2007).
- f. Emergência. Desde o mesmo evento acidente (seria uma emergência das combinações das determinações no nível individual) até outras situações ou comportamentos que puderam aparecer nos níveis inferiores e tenham influência sobre as ações ou decisões nos níveis superiores. Por exemplo, a coexistência de trabalho com baixo salário (baixa situação socioeconômica), condições de trabalho inapropriadas, e baixo nível educacional atingido pelos indivíduos no nível inferior, podem fazer que esses indivíduos formem comunidades e lutem por melhoramentos das condições de trabalho, maior educação e melhores condições do entorno (provavelmente com uma menor produção de acidentes), exigindo – e muitas vezes logrando – mudanças em níveis superiores (mecanismo de condicionamento).
- g. Interações ou fatos num nível terão efeito nos outros. Fatos de alta intensidade ou freqüência (geralmente ocorridos nos níveis inferiores) darão efeitos no curto prazo; os efeitos dos fatos de baixa intensidade ou freqüência (geralmente propriedade dos níveis superiores) aparecerão no longo prazo (Castellanos, 1987, 1998). Espera-se que mudanças no

- nível Macro (nível superior: estado/província, nação; mudanças de leis – educação, investimento etc.) produzam efeitos no longo prazo; entretanto mudanças no nível Médio ou Inferior (níveis de município e de vizinhança; mudanças de ação local – concerto de ruas, campanhas de educação locais, etc.), tenham efeito no curto prazo (Castellanos, 1998).
- h. Os desfechos de um evento ocorrido num nível superior serão, freqüentemente, as condições iniciais do sistema no nível inferior. Por exemplo, uma decisão de maior investimento provincial na manutenção das vias (ação no nível superior), poderia trazer uma melhor sinalização das ruas, somada a campanhas de educação (ações feitas pelo município, que começariam desde a decisão do nível superior).
- i. Existe uma noção de Fractalidade no conceito de “Entorno”. Defino-o como o meio físico ao redor do indivíduo. O entorno aparece no modelo no nível inferior (vizinhança); o que varia nos distintos níveis são suas dimensões, desde que o entorno vá “aumentando de tamanho” enquanto se vai ascendendo nos níveis. O entorno do nível macro seria a união dos pequenos entornos do nível inferior, com todas suas características e com propriedades emergentes surgidas na mudança de nível. Existe semelhança entre os entornos dos distintos níveis, mas a distintas escalas.
- j. Uma situação similar de fractalidade ocorreria com o conceito de “Cultura”. A Cultura no nível macro estaria formada pela somatória desses valores e símbolos que vêm dos pequenos grupos na vizinhança, mas com características próprias (emergentes) do nível superior (Bunge, 2004, págs. 33-35). Neste modelo esta relação teria uma singularidade, que seria a dupla direção das relações entre os distintos níveis (determinação – condicionamento), desde que as distintas “culturas” presentes nos níveis inferiores conformariam aquelas dos níveis superiores, enquanto as superiores influiriam na formação das inferiores.
- k. A idéia de Borrosidade fica presente na multiplicidade de determinações e de relações entre elas. Não é possível identificar os limites exatos da

influência de cada uma no processo de aparição dos acidentes. Além disso, os limites estritos dos níveis (divisão político – administrativa) não são tão precisos na realidade: os limites “sociais” das vizinhanças, municípios e províncias-estados são bem difusos.

- I. Distintos tipos de relações possíveis entre os componentes. Existem relações de: 1) de Determinação; 2) Condicionamento; e 3) de Determinação – Condicionamento (Salthe, 1985; Castellanos, 1987). Cada uma delas será explicada no ponto seguinte.

Desta maneira, este modelo considera os aspectos individuais, sociais, culturais, ambientais, políticos, econômicos e demográficos (e suas relações) que estariam envolvidos na gênese do acidente de trânsito.

3. Relações entre componentes

As diferentes formas de relação descritas para os componentes dos modelos são as seguintes (Salthe, 1985; Castellanos, 1987):

- Determinação (também chamadas de seleção, determinação descendente, restrição): os processos que ocorrem nos níveis superiores *"delimitam o espaço de variedade possível dos processos e fenômenos"* nos níveis inferiores (Castellanos, 1987, pág. 19)
- Condicionamento (ou potencialidade, processos emergentes): os processos que ocorrem nos níveis inferiores controlam ou modificam o comportamento dos fenômenos dos níveis superiores (poderiam interpretar-se como processos emergentes).
- Determinação – Condicionamento: no interior de cada nível existem também relações de Determinação e Condicionamento entre os componentes (Castellanos, 1987). Aqui as chamaremos relações intranível, que podem ser unidirecionais (de Determinação) ou bidirecionais (de influência recíproca entre os componentes). A direção dessas relações pode mudar no tempo.

É importante ressaltar que as relações entre os componentes em cada nível e entre os níveis propostos se descreverão de um modo condicional, desde que a direção dessas relações (seja determinação ou condicionamento de um componente para outro) pode mudar no tempo.

4. Descrição dos Níveis

A seguir se realizará uma descrição dos quatro níveis propostos e dos seus componentes, como também das relações entre eles^v.

Nível 1: é o nível do indivíduo (Figura 1). Os componentes deste nível interagem entre si, gerando as situações de risco (comportamentos, características demográficas) de onde depois emergiria o acidente. Os componentes e suas relações são:

- O *Nível Socioeconômico individual* (NSEi): determinaria os bens materiais que possui para utilizar na rua (carro, bicicleta, motocicleta, nenhum; aparelhos de segurança) e o estado dos mesmos (Ferrando et al, 2005). Além disso, poderia indicar o tempo de permanência nas ruas. Por exemplo, um trabalhador de baixa condição socioeconômica, provavelmente deva viajar de ônibus longas distâncias, estando em contato com o trânsito mais tempo e em piores condições, o que aumentaria o risco; ou talvez um camelô que, por seu trabalho deve permanecer o dia inteiro na rua. Este componente estaria relacionado de forma bidirecional com o Nível de Instrução (NIi) (maior NSEi, melhor NIi), o Habitus (varia segundo NSEi), o Trabalho (maior NSEi, melhor Trabalho); de forma unidirecional com a Situação de Usuário (SU) (determina); e é determinado pelo Sexo (a mesmo nível de trabalho, as mulheres ganham menos) (Krieger et al, 1997); e pela Idade (o nível socioeconômico na infância depende dos pais; na idade produtiva, do trabalho; quando aposentado, varia muito).
- O *Nível de Instrução* (NIi): indivíduos com menores níveis de instrução teriam maior risco de acidentes, provavelmente devido ao menor conhecimento acerca do uso dos sistemas de segurança, e também a

uma menor percepção do perigo quando realizados comportamentos de risco (condução alcoolizada, não uso do cinto de segurança, velocidade máxima não respeitada) (Ferrando et al, 2005), ainda que muitos desses comportamentos tenham sido observados em indivíduos com nível educativo elevado (ver *Habitus*). O NII manteria relações bidirecionais com o NSEi, o Trabalho (maior NII, melhor Trabalho) o *Habitus* (varia segundo nível educativo); e relações unidirecionais: é determinado pelo Sexo (o sexo feminino apresenta menor NII, segundo NSEi) (Subirats, 1998), e pela Idade (o NII se acrescentaria com a Idade); e não teria relação com a SU.

- O *Trabalho*: neste componente, as dimensões principais a pesquisar seriam o tipo de emprego (formal, informal, não trabalha) devido à forma de uso da estrada (os informais podem estar mais tempo na rua, semelhante àquele que procura trabalho); e também à distância ou trajeto ao trabalho: distâncias longas, horários ou trajetos mais perigosos. O trabalho apresenta relações bidirecionais com o NSEi, o NII, o *Habitus* (varia segundo Trabalho: a pertença a um grupo laboral estabelecerá um *Habitus* específico, e um *Habitus* pode influenciar sobre o tipo de Trabalho); determinaria a SU (forma de deslocamento ao local de trabalho) e seria determinado pela Idade (por exemplo, em menores de 15 anos o Trabalho não deveria aparecer como componente) e pelo Sexo (as mulheres que trabalham se concentram numa menor diversidade de ocupações, e os salários são menores que os dos homens) (Krieger et al, 1997).

- A *Idade*: determinaria o NSEi, o NII, o Trabalho, a SU (crianças têm maior risco como pedestres ou quando são ocupantes de um veículo sem aparelhos de segurança específicos), e o *Habitus* (variação segundo a Idade).

- O *Sexo*: A respeito dos AT, há uma clara predominância do sexo masculino. O sexo determina o NSEi, o Trabalho, o NII, a SU (haveria

menos mulheres condutoras, e mais ocupantes e pedestres) e o *Habitus* (variação segundo Sexo).

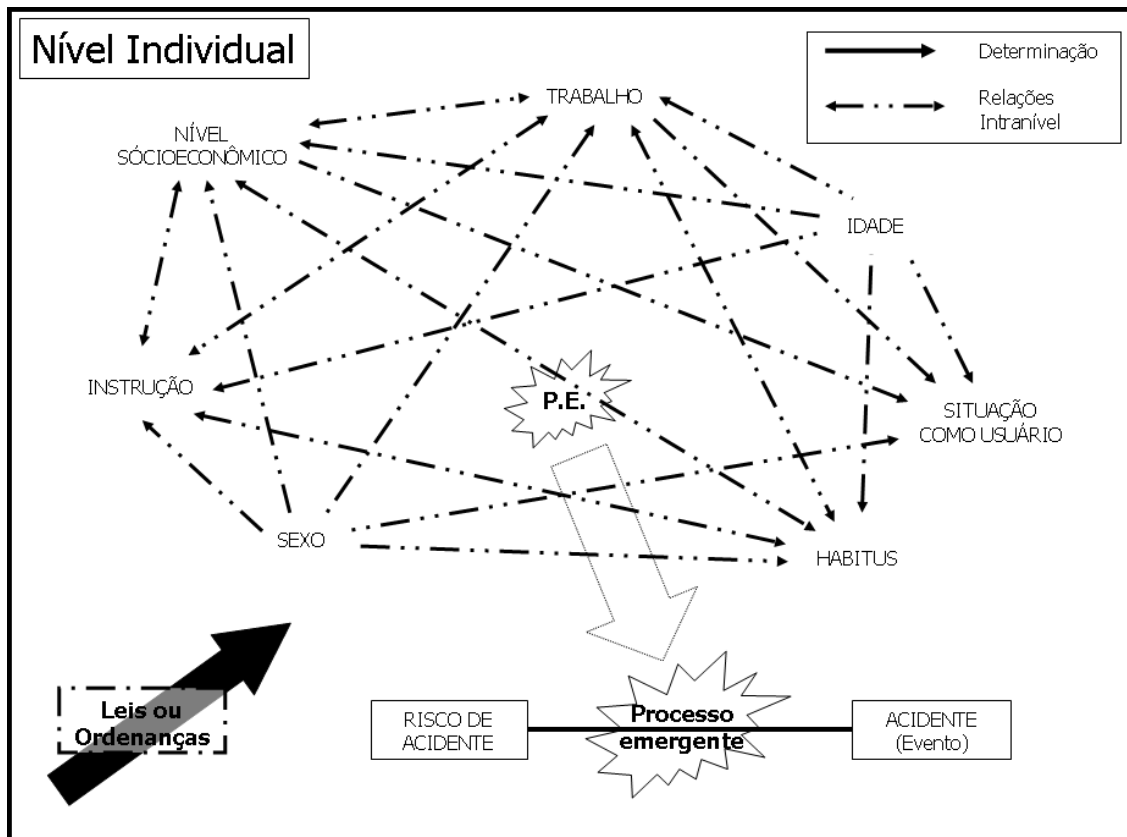
- O *Habitus*: existiriam atitudes e comportamentos próprios do grupo de pertença (condução “agressiva”, baixa percepção do perigo, condução alcoolizado ou drogado, não utilização dos cintos de segurança, estímulo à condução perigosa em adolescentes e jovens pelos pares, desrespeito às leis). Estaria fortemente condicionado pelo *Habitus* da vizinhança; seria semelhante, mas não igual, porque mesmo que compartilhe muitas características com o grupo da vizinhança, sempre haverá alguma visão ou comportamento diferente (Bourdieu, 2007). Este componente teria relações bidirecionais com o Trabalho, o NSEi, o Nli, e é determinado pelo Sexo e a Idade.

- A *Situação de Usuário* (SU): a SU é determinada pela Idade, o Trabalho, o Sexo e o NSEi.

Assim, na medida em que os componentes interagem, em diferentes combinações e intensidades, vão conformando um “risco” específico para uma situação determinada. Em algum momento se produz a emergência, ou seja, o acidente, a partir do risco “criado” pelos componentes. O risco aparece como cambiante, mesmo para um indivíduo: um condutor estaciona seu carro e automaticamente passa para pedestre; ou um trabalhador formal de baixo NSE perde seu emprego, e passa a ter outra relação com o trânsito.

A respeito das relações com os níveis superiores, este nível inferior estaria representando um indivíduo, e fica inserido e influenciado por todos os componentes da vizinhança. As Leis (de trânsito, de Trabalho, Econômicas, etc., provinciais/estaduais e nacionais) e as Ordenanças municipais seriam os componentes que influiriam diretamente desde níveis superiores “atravessando” a vizinhança.

Figura 1. Representação esquemática dos fatores e relações correspondentes ao Nível Individual.



Fonte: elaboração própria

Nível 2: é o nível da vizinhança (Figura 2). Os componentes deste nível interagem entre si, influenciando principalmente no indivíduo (Determinação) e contribuindo para a geração das situações de risco. Numerosos trabalhos tratam sobre pobreza, iniquidade e vizinhança, indicando que é um nível muito importante para a análise dos eventos de saúde em geral (Krieger et al, 1997; Cubbin et al, 2000; Bosma et al, 2001; Stafford e Marmot, 2003; Marinacci et al, 2004; Materia et al, 2005; van Oort et al, 2005; Ameratunga et al, 2006). Os componentes e suas relações são:

- O *Nível Socioeconômico da vizinhança* (NSEv): tem influência sobre os acidentes, independentemente da situação socioeconômica individual (Cubbin et al, 2000; O'Campo et al, 2000; Borrell et al, 2002; Ferrando et al, 2005), principalmente pela sua relação com Entorno: em

vizinhanças de NSEv baixo é comum achar problemas no desenho das ruas, falta de semáforos, pessoas trabalhando nas ruas. Isto seria porque pessoas com NSEi semelhante reúnem-se em áreas com infraestrutura ruim geralmente pelo baixo custo das moradas. Este componente teria relações bidirecionais com o Entorno, o Trabalho (em vizinhanças com NSEv baixo, geralmente a qualidade do emprego dos residentes é ruim, ou há alto percentual de desemprego), e o Nível de Instrução –Niv- (Niv alto pode encontrar-se em vizinhanças com elevado NSEv). Seria determinado pela Idade (por exemplo, uma vizinhança com maioria de idosos, pode ter um NSEv baixo).

- O *Trabalho*: a porcentagem de desemprego e o tipo de trabalho predominante (formal-informal) dos moradores influiriam sobre o desempenho individual em situações de trânsito criando situações de risco (por exemplo, maior número de pessoas transitando na rua). Suas relações seriam com os seguintes componentes: de forma bidirecional com o Niv (geralmente vizinhanças com maior Niv apresentam melhores condições de trabalho), o NSEv; e é determinado pelo Sexo (maiores razões de femineidade, maiores chances de piores condições de trabalho, de trabalho informal ou de maiores índices de desemprego) (Krieger et al, 1997), pela Idade (uma vizinhança com média elevada de Idade, provavelmente apresentará altos índices de desempregados ou aposentados) e pelo Habitus (geralmente, vizinhanças mais homogêneas apresentam trabalhos semelhantes em qualidade).

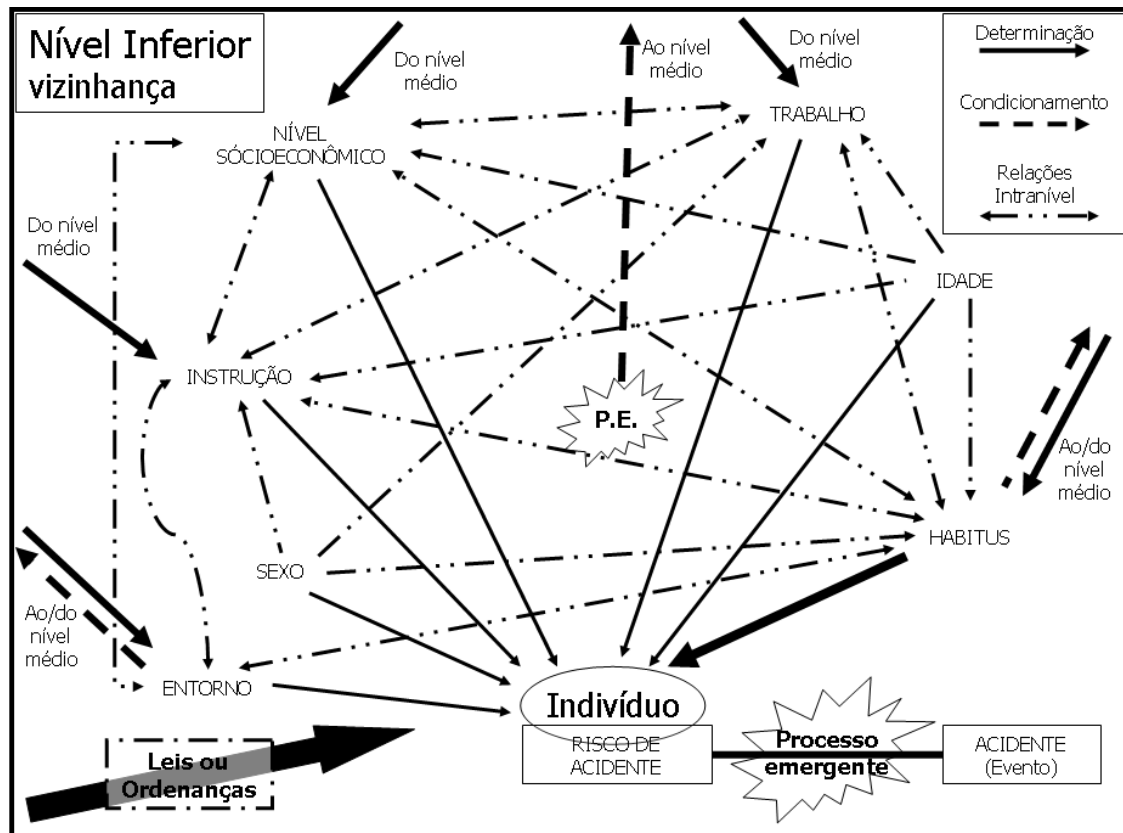
- O *Nível de Instrução* (Niv): melhores Níveis de Instrução comunitários aumentariam os conhecimentos grupais sobre segurança e percepção de perigos e riscos. Este componente está relacionado de forma bidirecional com o NSEv, o Trabalho, o Habitus (variação segundo Niv), o Entorno (o entorno físico poderia apresentar-se em melhores condições em vizinhanças com maior Niv); e estaria determinado pelo Sexo e a Idade (semelhante ao que acontece no nível individual)

- O *Sexo*: a razão entre sexos indicaria padrões de utilização da rua (maior utilização por parte de masculinos) (Pereira, 2005). Este componente determinaria o Niv, o Trabalho e o Habitus (variação segundo Sexo).
- O *Habitus*: como já foi explicado, a cada posição (segundo volume e composição do capital econômico e cultural) corresponde um Habitus. Tem relação bidirecional com a Instrução, o NSEv, o Entorno e o Trabalho, e é determinado pelo Sexo e a Idade.
- O *Entorno*: o desenho e estado das estradas, configuração do bairro, manutenção das ruas, a conformação e estado dos espaços públicos, o planejamento urbano (favelas), conformam o Entorno físico, que aumentaria a o risco quando essas condições fossem ruins (Vlahov et al, 2004; Ferrando et al, 2005). Neste nível, o Entorno tem relações bidirecionais com o NSEv, a Instrução e com Habitus.
- A *Idade*: a proporção de pessoas entre 15 e 44 anos indicará se essa vizinhança tem perfil idoso ou jovem, indicando as percepções, as visões e os comportamentos mais freqüentes e suas prováveis conseqüências. A Idade determina o Trabalho, a Instrução, o NSEv e o Habitus.

Todos os componentes deste nível determinam de forma direta o nível inferior, ou seja, o indivíduo. A respeito dos níveis superiores, as relações com os componentes resultam de interações bidirecionais entre o Entorno e o Habitus (com a Cultura); o Trabalho, o Niv e o NSEv estão determinados pelos correspondentes do nível superior.

Um processo interessante que tem sucedido em várias oportunidades é a modificação de algum processo (Decreto) do nível municipal devido à pressão das vizinhanças (por exemplo, pedido de instalação de sinaleiras em algum canto, logo depois que algum pedestre foi atropelado). Esta situação se pode considerar como um evento emergente, de condicionamento de um nível inferior para um superior. Não surge de um indivíduo, surge do grupo em si.

Figura 2. Representação esquemática dos fatores e relações correspondentes ao Nível da Vizinhança.



Fonte: elaboração própria

Nível 3: este nível tem limite administrativo fixo, é o nível municipal. Os componentes são:

- A *Situação Socioeconômica* (SSE): as características econômicas e sociais do município desenharão sua configuração espacial e os padrões gerais de comportamento. Municípios com piores condições socioeconômicas tenderão a apresentar zonas de pobre infra-estrutura, maioria de grupos com baixos níveis de instrução e com trabalho precário. Seria representado pelos indicadores socioeconômicos obtidos do censo. Possui relações bidirecionais com o Nível de Instrução municipal (NIm), o Trabalho, o Entorno e a Cultura.
- O *Nível de Instrução municipal* (NIm): principalmente deveriam analisar-se, além dos indicadores educativos, as campanhas educativas e de conscientização locais sobre o trânsito em escolas dependentes do

governo local, impulsadas pelo município. Apresenta relações bidirecionais com o Trabalho, a SSE, o Entorno (falta de escolas ou pouca acessibilidade às existentes diminui o NIm), e a Cultura.

- A *Cultura*: como já foi explicado, neste nível Cultura representa uma construção de grandes grupos sociais, de valores e símbolos. Logicamente, estaria relacionada com o capital econômico (SSE e Trabalho) e com o capital cultural (NIm) municipal, de forma recíproca. Também com o Entorno, desde que forma parte do espaço social. Por sua vez, a Cultura influiria sobre a criação e o conteúdo das Ordenanças municipais.

- O *Trabalho*: além dos indicadores locais (p.e., coeficiente de desemprego) um fator importante a levar em conta é o tipo principal de atividade laboral existente no município (predominância de fábricas, comércio, atividades rurais) que determinariam (junto com o Entorno) perfis de trabalhadores e de utilização do espaço público. Está em relação bidirecional com os outros componentes do nível (Cultura, NIm, SSE, Entorno)

-O *Entorno*: indica esses objetos geográficos descritos por Santos próprios do nível municipal: vias de comunicação, bairros, estradas de ferro que atravessem seu território, rodovias; como também o estado dos mesmos. Apresenta relações bidirecionais com NIm, a SSE, a Cultura e o Trabalho (o baixo capital cultural e econômico, e o tipo de Trabalho influiriam na conformação do Entorno).

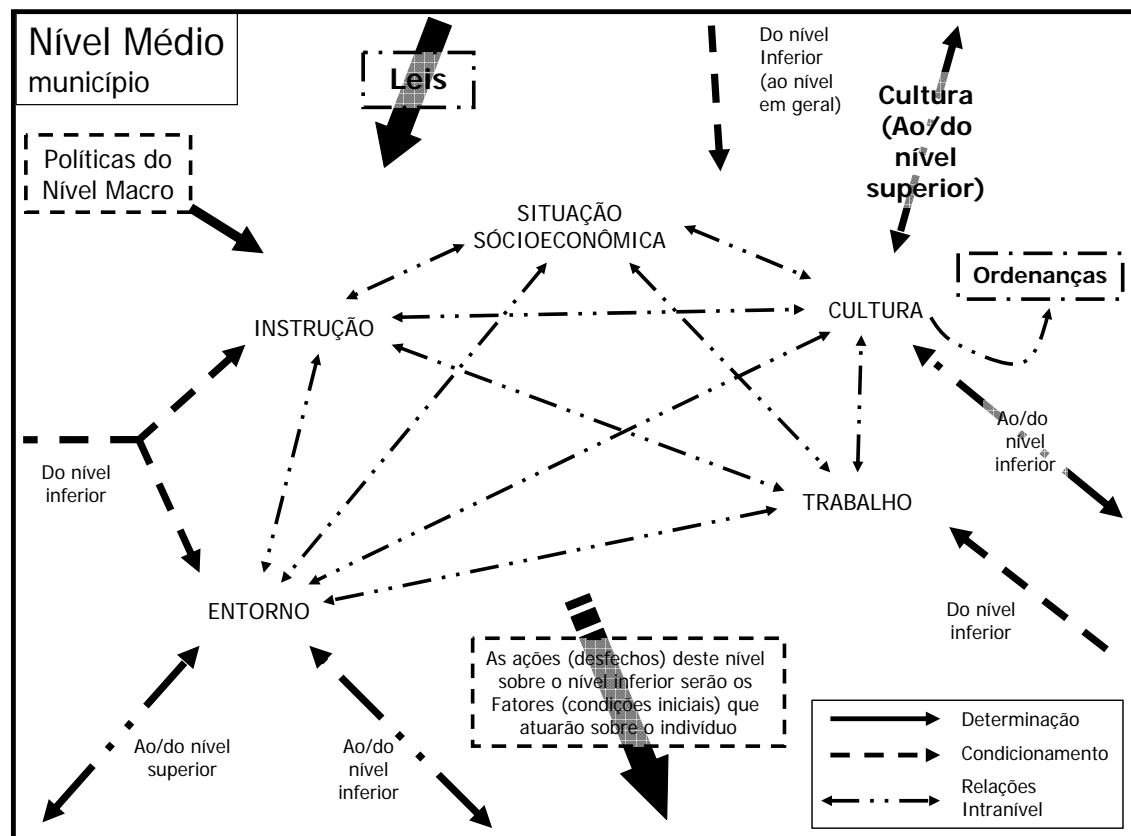
- As *Ordenanças*: representa as normas estabelecidas pelo governo local para a interação dos indivíduos e o entorno. Está influída pela Cultura local.

As ações deste nível sobre o nível inferior seriam as condições iniciais dos processos que se desenvolvem nos níveis inferiores; isto é, que vão influenciar as decisões e comportamentos do indivíduo e seu grupo ou classe mais próxima. Não se pode esquecer da presença dos processos de

condicionamento (já comentados no nível anterior). Além do mais, existiriam relações bidirecionais entre componentes deste nível e do superior, por exemplo, a Cultura, o Trabalho e o Entorno, que condicionariam a conformação desses componentes no nível superior, ao mesmo tempo em que os componentes do nível superior determinariam a conformação daqueles no nível municipal.

Por sua vez, as políticas de nível provincial/estadual e nacional (educação, econômicas, trabalho, infra-estrutura), determinariam o desenvolvimento dos processos neste nível.

Figura 3. Representação esquemática dos fatores e relações correspondentes ao Nível Municipal.



Fonte: elaboração própria

Nível 4: este é o nível das macro-políticas, dos organismos encarregados de reger o comportamento dos níveis abaixo deles mediante a elaboração de leis e regulamentos (ministérios, secretarias). Não devemos

esquecer que estes desfechos determinarão as condições de desenvolvimento dos níveis inferiores, porque serão suas condições iniciais de funcionamento. Seus componentes seriam:

- O *Entorno*: corresponde tanto às políticas de investimento em rodovias como as leis ambientais e de investimento, a geografia. Um país ou estado com clima adverso (chuvas, neve, névoa) terá que investir muito mais em infra-estrutura, manutenção e educação. Apresenta relações bidirecionais com a Situação Socioeconômica do país ou província/estado (SSEp) (um país/estado com poucos recursos apresentaria entornos fracos), o Nível de Instrução do país ou província/estado (NIp), e a Cultura (um país/estado com baixo capital cultural apresentaria entornos de baixa qualidade, nocivos para a saúde em geral e predisponente para os AT).
- O *Nível de Instrução do país ou província/estado* (NIp): os macro-indicadores de instrução dependem das políticas educativas, do investimento nacional e provincial/estadual. Como nas descrições anteriores, a pobreza cultural influi no desenvolvimento, neste caso, a escala de país ou província/estado. Relaciona-se de forma bidirecional com todos os componentes do nível (SSEp, NIp, Trabalho, Cultura).
- A *Situação Socioeconômica do país ou província/estado* (SSEp): melhoras na SSEp geralmente vêm acompanhadas de um aumento do número de automóveis circulantes, maior trânsito de mercadorias, maior deslocamento turístico, etc. Vários trabalhos falam da influência dos processos macroeconômicos e os AT, achando que o desenvolvimento econômico que acontece numa sociedade leva, pelo menos no início, a um maior número de óbitos por AT, enquanto essa relação às vezes não é tão forte em países industrializados (Scalassara et al, 1998; van Beeck et al, 2000; UN, 2003; Mock, 2004; Noland e Quddus, 2004; Vlahov et al, 2004; Kopits e Cropper, 2005; Mohan, 2008). Macías et al. acharam que existe relação entre nível de instrução, indicadores macro-

econômicos e a taxa de AT na Argentina (Macías et al, 2009). A SSEp teria relações bidirecionais com o NIp, o Trabalho, o Entorno e a Cultura.

- O *Trabalho*: as políticas trabalhistas nacionais e provinciais influiriam desde a geração ou desapareição do emprego e, portanto, modificando a composição desse espaço social que descreveu Bourdieu. Por exemplo, políticas regionais de estímulo para estabelecimento de indústrias (parques ou pólos industriais) poderiam gerar grandes câmbios na estrutura social e o Entorno. O Trabalho também tem relações bidirecionais com os outros componentes do nível.

- A *Cultura*: foram achadas diferenças de comportamento nas ruas quando estudados distintos países, que foram atribuídas à Cultura; mesmo que nesses trabalhos a definição de Cultura ia além da descrição de Samaja, incluindo mais aspectos do que os valores e símbolos, os achados demonstram que existem diferenças entre países que estariam relacionados com a ocorrência de AT (Özkan et al, 2006ab).

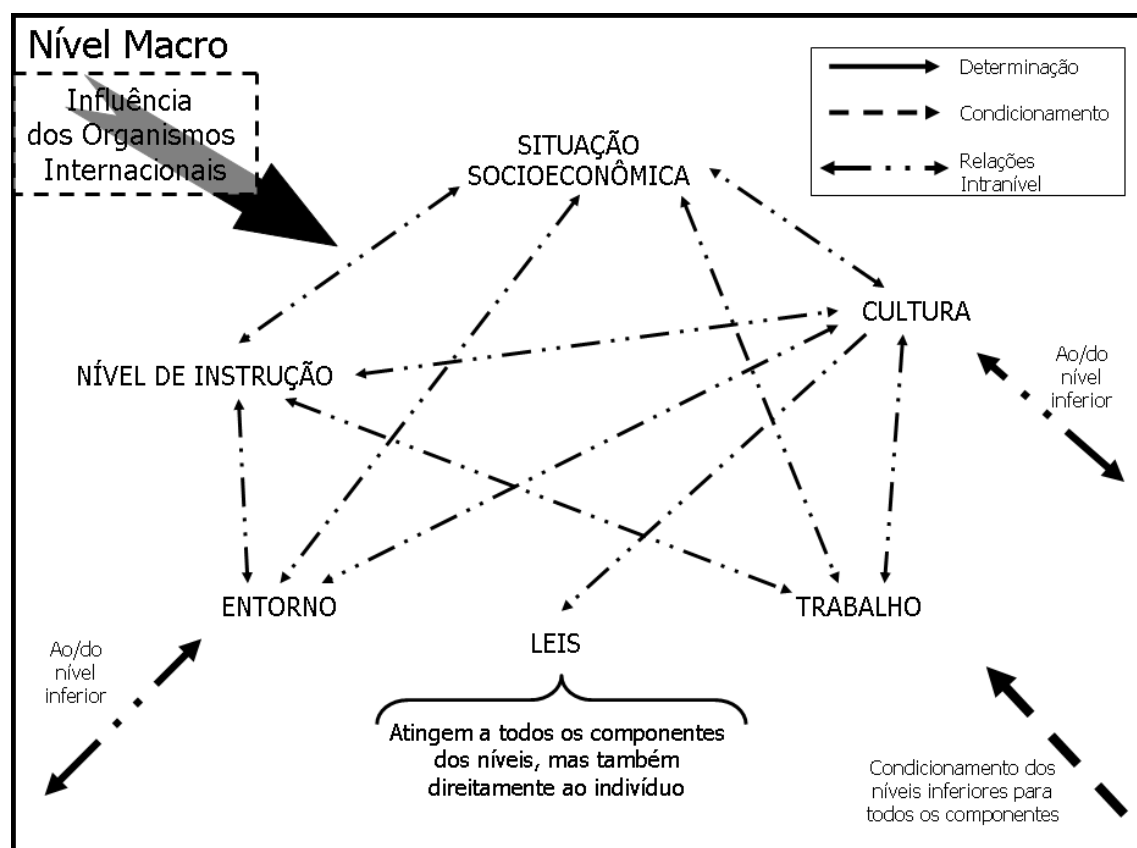
- As *Leis*: aparecem como marco referencial de todos os comportamentos. Na medida em que descemos nos níveis, os indivíduos e grupos as respeitam em maior ou menor grau, geralmente dificultando as interações entre os usuários da rua (Thielen et al, 2007). Encontra-se determinada pela Cultura, e influi sobre todos os níveis inferiores.

Assim, este nível macro, principalmente normativo, é o que gera quadros ou limites às condutas grupais e individuais, no nosso caso, acerca do trânsito. Contudo, existem ocasiões (não muito freqüentes) onde certos processos que são gerados nos níveis inferiores (verdadeiros emergentes), atingem os níveis mais elevados da hierarquia, produzindo condicionamentos que acabam, por exemplo, na promulgação ou modificação de leis nacionais ou provinciais. Um exemplo recente, na Argentina, aconteceu quando um grupo de estudantes, que voltavam de ônibus do norte do país donde foram prestar ajuda humanitária, colidiram com um caminhão cujo motorista dirigia bêbado. Nove jovens e uma professora, ocupantes do ônibus, morreram. Imediatamente os

familiares e amigos das vítimas organizaram-se e, em pouco tempo (menos de dois anos) lograram que o Congresso Nacional sancionasse a nova Lei Nacional de Trânsito. Esta inclui a criação de um organismo de controle nacional, um registro único de licença de condução, proibição absoluta de publicidade e venda de álcool nas rodovias e de ingestão de álcool por motoristas profissionais, dentre outras inovações^{vi}.

Um ponto interessante é que existiria mais um nível superior, que estaria conformado pelos organismos internacionais (OPAS, OMS, ONU, FMI) que, com suas intervenções e recomendações, positivas ou negativas, afetam numerosas instâncias da nossa vida (investimentos materiais, mudanças em políticas sociais, educativas e de saúde).

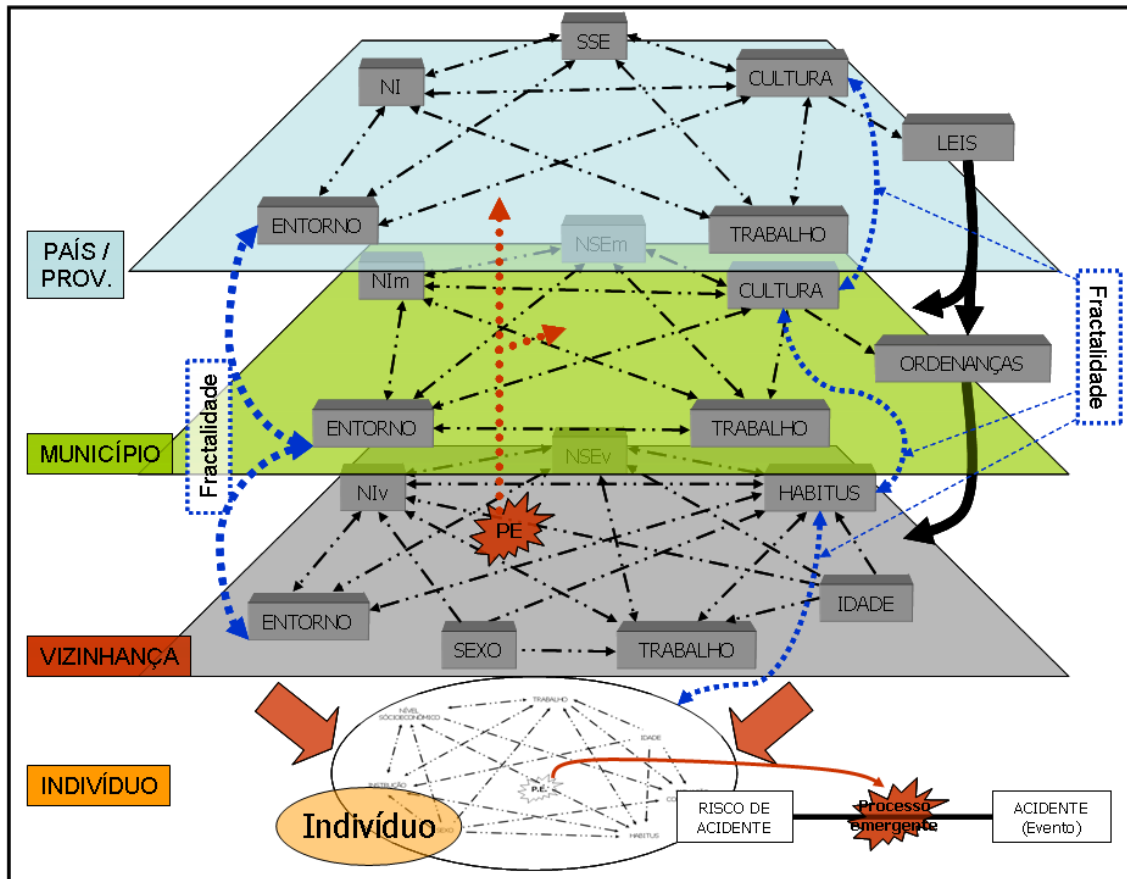
Figura 4. Representação esquemática dos fatores e relações correspondentes ao Nível Nacional ou Provincial/Estadual (Macro).



Fonte: elaboração própria

Na Figura 5 pode-se apreciar o Modelo completo, com todos os níveis relacionados. A existência de fractalidade e dos condicionamentos (que aparecem de processos emergentes) se observa, então, de forma mais clara.

Figura 5. Representação esquemática do Modelo completo.



Fonte: elaboração própria

Discussão – Conclusões:

No presente texto apresentaram-se um marco geral para estudar a geração dos Acidentes de Trânsito em diferentes circunstâncias e contextos. Seus componentes, variáveis e dimensões provêm, ou podem ser abordadas por diversas disciplinas, e, portanto, mediante diferentes técnicas e abordagens que podem explicar as situações e processos próprios de cada uma. Assim, as ciências políticas e sociais, a psicologia, a engenharia, a antropologia, podem aportar para o estudo destes eventos, sobretudo na hora de estabelecer e explicar as relações complexas que apresentam os componentes do sistema do trânsito. Esta transdisciplinaridade faria com que fiquem incorporadas as múltiplas perspectivas necessárias para estudar o problema, tentando superar algumas contradições que aparecem ao utilizar referenciais teóricos de diferentes origens, como são, por exemplo, a teoria de sistemas e a teoria das práticas de Bourdieu.

É importante ressaltar que nenhum componente é mais importante que outro. Dependendo do momento, a manifestação de um será maior que a de outro, mas no momento seguinte a situação pode mudar e até inverter-se. Então, neste modelo o risco está conformado pelas múltiplas configurações possíveis dos componentes, e aparece fundamentalmente como dinâmico e cambiante. Essa situação daria ao risco (classicamente entendido) uma nova dimensão ou característica não contemplada nas definições atuais: a de ser um objeto *contingente* (Almeida Filho e Coutinho, 2007). O contingente seria tudo aquilo que é concebido como podendo ser ou não ser, ou que pode ser algo diferente do que é. Representa a variabilidade, especialmente quanto mais aprofundamos no indivíduo particular, devido a que uma das características fundamentais do ser humano é a liberdade. Essa liberdade sempre implica indeterminismo e, deste modo, contingência (Ferrater Mora, 2002; Almeida Filho e Coutinho, 2007). Desta forma, com este modelo fica evidente a necessidade de atualizar o conceito de risco para outro muito mais abrangente, que contenha as noções de emergência e contingência (Almeida Filho e Coutinho, 2007).

Outra característica sobre o risco que se desprende do modelo é que pode (e deve) ser interpretado como um objeto complexo. Além das propriedades anteriormente descritas, sob este novo olhar o risco cumpre com os “requisitos” necessários para ser considerado como tal, isto é (Almeida Filho, 2006):

- é um objeto sistêmico (forma parte de um sistema, e pode ele mesmo ser considerado um sistema);
- não está determinado de forma linear;
- pode ser percebido e compreendido de múltiplas formas;
- é um objeto atravessado por diversas disciplinas, pelo qual se precisa de abordagens transdisciplinares para compreendê-lo em sua totalidade.

Algumas questões importantes, principalmente alguns aspectos individuais, ficaram sem consideração neste modelo. Um desses temas é o Livre-arbítrio humano. Como já temos tratado anteriormente, existem modelos que consideram o erro humano como fator principal de geração de acidentes, e associam esse erro a escolhas determinadas por fatores sociais, culturais, econômicos, de habitus. O fato de existirem características semelhantes nos comportamentos de populações não nos podem fazer esquecer que as pessoas têm escolha (Carvalho, 1995). Assim, a capacidade de decidir livremente, sem pressões externas, desconhecendo esses mandatos, agrega complexidade e não linearidade ao sistema. Já em 1876 James Maxwell^{vii} relacionava o livre-arbítrio ao indeterminismo em sistemas muito complexos; ou seja, desde esse momento já se considerava a existência de fatores ligados à falta de determinação dos sistemas que, paradoxalmente, seriam muito frequentes, sobretudo em organizações mais complexas. Ele ainda sugeria a possibilidade de utilizar modelos matemáticos para explicar esses fenômenos considerados como uma forma complexa de organização das relações entre indivíduos com capacidade de discernir voluntariamente (Rosa, 1995; Louçã, 2001). Desde então, se tem noção deste conceito, hoje ligado à inteligência artificial e redes neuronais, que permitiria a geração de inúmeros comportamentos possíveis de

forma imprevisível. Então, a pergunta lógica que surge é quanto há de *habitus* herdado ou de cultura, e quanto de livre-arbítrio, na eleição de ações e comportamentos que levam ao risco? Evidentemente, novas pesquisas e novos desenvolvimentos teóricos se estão precisando para se tentar responder a essas questões.

Algumas limitações achadas foram:

- Algumas dimensões são muito difíceis de serem mensuradas, e poderiam ser levadas em conta nas pesquisas.
- Algumas das relações entre os componentes poderiam não estar suficientemente desenvolvidas. Isto é devido a que não foi achado um baseamento teórico importante que explique essas relações no contexto do sistema do trânsito.

Por sua vez, algumas vantagens que apresenta este modelo são:

- Possibilidade de utilizá-lo na Promoção à Saúde, como elemento de diagnóstico e norteador de ações.
- Pode ser usado para a Prevenção de AT.
- Possibilidades de agir em focos múltiplos, analisando e atuando em diferentes “setores” do sistema de forma simultânea.
- Cada componente é passível de ser ponto de partida de um novo modelo sistêmico. Por exemplo, se quisermos analisar o Condutor (uma dimensão dentro do componente “Situação de Usuário”), se abre todo um leque de possibilidades de análise: estudos comportamentais, estatísticos, experimentais.
- Apresenta definições claras de conceitos e relações.
- Trabalha com aspectos dinâmicos, como foi mencionado anteriormente.

O modelo apresentado não pretende ser mais que uma proposta, um guia que oriente futuras pesquisas e desenvolvimentos. É interessante citar a Huang quando, no final do seu trabalho, diz:

“The important thing is not which accident model or prevention approach ‘wins’, the important thing is that the road safety community starts a discussion on whether the usual way still is the right way”
(Huang, 2007, pág. 92).

Sob nenhum conceito pretendemos estabelecer este modelo como finalizado: como todo modelo, sabemos que é incompleto, mas estamos cientes que representa um avanço no reconhecimento da complexidade deste tema e na sistematização do seu estudo.

Muitos mais aportes de olhares diversos são necessários para enriquecê-lo. Provavelmente, muitas dimensões podem ser acrescentadas no futuro, com os avanços nas técnicas de análise quantitativas e qualitativas (triangulação metodológica).

Achamos que este modelo apresenta uma alternativa inovadora que surge da análise, comparação e combinação de diversas abordagens, incorporando fortemente atributos dos sistemas complexos, os quais, acreditamos, acercam-nos cada vez mais a compreensão da realidade.

Referências Bibliográficas:

- Almeida Filho NMd (2000) *La ciencia tímida. Ensayos de deconstrucción de la Epidemiología*. Buenos Aires, Argentina: Lugar Editorial.
- Almeida Filho NMd (2006) Complejidad y transdisciplinariedad en el Campo de la Salud Colectiva: evaluación de conceptos y aplicaciones. *Salud Colectiva*, 2(2): 123-146.
- Almeida Filho NMd e Coutinho D (2007) Causalidade, contingência, complexidade: o futuro do conceito de risco. *Physis*, 17(1): 95-137.
- Ameratunga S, Hajar M e Norton R (2006) Road-traffic injuries: confronting disparities to address a global-health problem. *The Lancet*, 367(9521): 1533-1540.
- Borrell C, Rodríguez M, Ferrando J, Brugal MT, Pasarín MI, Martínez V e Plasència A (2002) Role of individual and contextual effects in injury mortality: new evidence from small area analysis. *Injury Prevention*, 8(4): 297-302.
- Bosma H, van de Mheen HD, Borsboom GJJM e Mackenbach JP (2001) Neighborhood Socioeconomic Status and All-Cause Mortality. *American Journal of Epidemiology*, 153(4): 363-371.
- Bourdieu P (1988) *La distinción. Criterios y bases sociales del gusto*. Madrid: Taurus.
- Bourdieu P (1994) O esboço de uma teoria da prática. Em Ortiz R (Ed.) *Pierre Bourdieu. Sociologia*. São Paulo: Ática.
- Bourdieu P (2007) *Razones prácticas. Sobre la teoría de la acción*. 4a. edición en español. Barcelona: Editorial Anagrama.
- Bunge M (2004) *Emergencia y Convergencia. Novedad cualitativa y unidad del conocimiento*. Barelona: Editorial Gedisa.
- Carvalho FJCd (1995) Sobre a ordem, incerteza e caos em economia. Em Silveira AM, Moreira IC, Martins RC e Fuks S (Eds.) *Caos, acaso e determinismo*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ;.
- Castellanos PL (1987) Sobre el concepto de Salud – Enfermedad. Un punto de vista epidemiológico. *Cuadernos Médico Sociales*, 42: 15-24.
- Castellanos PL (1998) O Ecológico na Epidemiologia. Em Almeida Filho NMd, Barreto ML, Peixoto Veras R e Barata RB (Eds.) *Teoria Epidemiológica Hoje. Fundamentos, Interfaces e Tendências*. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz. (pp. 129–148).
- Castiglione S, Bolis M e Concha-Eastman A (2004) *Lesiones no intencionales. Legislación de América Latina sobre programas preventivos y responsabilidades. Colisión y atropello por vehículos, caídas, quemaduras y ahogamientos*. Washington DC: Organización Panamericana de la Salud.
- CNA Corp. (2004) *Nonlinear Dynamics and Complex Systems Theory. Glossary of Terms*. Alexandria, VA: CNA Corporation. Disponível online em: <http://www.cna.org/isaac/Glossb.htm> (último acesso: 31/10/2006)

- Costa MdCN e Teixeira MdGLC (1999) A concepção de "espaço" na investigação epidemiológica. *Cadernos de Saúde Pública*, 15(2): 271-279.
- Cubbin C, LeClere FB e Smith GS (2000) Socioeconomic status and injury mortality: individual and neighbourhood determinants. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 54(7): 517-524.
- Damásio J (1995) Teoria econômica e a teoria do caos. Em Silveira AM, Moreira IC, Martins RC e Fuks S (Eds.) *Caos, acaso e determinismo*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ. (pp. 169-200).
- Del Re G (2000) Models and analogies in science. *HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry*, 6(1): 5-15.
- Diez Roux AV (2000) Multilevel analysis in public health research. *Annual Review of Public Health*, 21: 171-192.
- Diez Roux AV (2007) Neighborhoods and health: where are we and where do we go from here? *Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique*, 55(1): 13-21.
- Dimitrov V e Ebsary R (2000) *Autopoiesis Intrapessoal*. Disponível online em: <http://www.zulenet.com/vladimirdimitrov/pages/intrapas.html> (último acesso: 30/10/2006)
- El-Hani CN e Pihlström S (2002) Emergence Theories and Pragmatic Realism. *Essays in Philosophy*, 3(2). Disponível online em: <http://sorrel.humboldt.edu/~essays/pihlstrom.html> (último acesso: 10/09/2006)
- El-Hani CN e Queiroz J (2005) Modos de irreducibilidade das propriedades emergentes. *Scientiæ Studia*, 3(1): 9-41.
- Factor R, Mahalel D e Yair G (2007) The social accident: A theoretical model and a research agenda for studying the influence of social and cultural characteristics on motor vehicle accidents. *Accident Analysis and Prevention*, 39(5): 914-921.
- Farbiarz J e Alvarez DL (2000) *Complejidad, caos y sistemas biológicos*. Medicina (Colombia). Academia Nacional de Medicina de Colombia. Disponível online em: <http://www.encolombia.com/medicina/academedicina/m-02JFarbiarz.htm> (último acesso: 30/12/2008)
- Ferrando J, Rodríguez-Sanz M, Borrell C, Martínez V e Plasència A (2005) Individual and contextual effects in injury morbidity in Barcelona (Spain). *Accident Analysis and Prevention*, 37(1): 85-92.
- Ferrater Mora J (2002) *Contingencia*. Em Ferrater Mora J (Ed.): *Diccionario de Filosofía*. Barcelona: Editorial Ariel. Disponível online em: http://www.ferratermora.com/ency_concepto_ad_contingencia.html (último acesso: 15/11/2006)
- Fiocruz (2006) *Abordagens espaciais na saúde pública*. Série: Capacitação e atualização em geoprocessamento em saúde. Barcellos C e Santos SM (ed.). Brasília: Ministério da Saúde.
- Fonseca MdIP (2005) Padrões sociais e uso do espaço público. *Caderno CRH*, 18(45): 377-394.

- Fuks S (1995) Acaso e determinismo: paradigmas de uma antiga questão. Em Silveira AM, Moreira IC, Martins RC e Fuks S (Eds.) *Caos, acaso e determinismo*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ.
- Glizer IM (1993) *Prevención de accidentes y lesiones: conceptos, métodos y orientaciones para países en desarrollo*. Série: Serie Paltex para Ejecutores de Programas de Salud Nro. 29. OPS (ed.). Washington: Organización Panamericana de la Salud.
- Hruschka DJ e Hadley C (2008) A glossary of culture in epidemiology. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 62(11): 947-951.
- Huang Y-H (2007) *Having a New Pair of Glasses. Applying Systemic Accident Models on Road Safety*. Tese de Doutorado. Department of Computer and Information Science, Linköping University: Linköping, Sweden. 110 p.
- Huang Y-H, Ljung M, Sandin J e Hollnagel E (2004) Accident models for modern road traffic: changing times creates new demands. *2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 1: 276 - 281.
- Jones AP, Haynes R, Kennedy V, Harvey IM, Jewell T e Lea D (2008) Geographical variations in mortality and morbidity from road traffic accidents in England and Wales. *Health & Place*, 14(3): 519-535.
- Jones AP e Jørgensen SH (2003) The use of multilevel models for the prediction of road accident outcomes. *Accident Analysis and Prevention*, 35(1): 59-69.
- Karmakar SD e Breslin FC (2008) The role of educational level and job characteristics on the health of young adults. *Social Science & Medicine* 66(9): 2011-2022.
- Kim D-G, Lee Y, Washington S e Choi K (2007) Modeling crash outcome probabilities at rural intersections: application of hierarchical binomial logistic models. *Accident Analysis and Prevention*, 39(1): 125-134.
- Kopits E e Cropper M (2005) Traffic fatalities and economic growth. *Accident Analysis and Prevention*, 37 (1): 169-178.
- Krieger N (2001) A glossary for social epidemiology. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 55(10): 693-700.
- Krieger N, Williams DR e Moss NE (1997) Measuring Social Class in US Public Health Research: Concepts, Methodologies, and Guidelines. *Annual Review of Public Health*, 18: 341-378.
- Lenguerrand E, Martin JL e Laumon B (2006) Modelling the hierarchical structure of road crash data - Application to severity analysis. *Accident Analysis and Prevention*, 38 (1): 43-53.
- Leveson N (2004) A new accident model for engineering safer systems. *Safety Science*, 42(4): 237-270.
- Louçã F (2001) Determinismo e livre arbítrio nas ciências sociais: contributos matemáticos. *Revista de Economia Política*, 21(2): 154-176.

- Lund J e Aarø LE (2004) Accident prevention. Presentation of a model placing emphasis on human, structural and cultural factors. *Safety Science*, 42(4): 271-324.
- Macedo AC, Paim JS, Silva LMVd e Costa MdCN (2001) Violência e desigualdade social: mortalidade por homicídios e condições de vida em Salvador, Brasil. *Revista de Saúde Pública*, 35(6): 515-522.
- Macías GR (2009) *A complexidade da situação epidemiológica dos acidentes de trânsito. Uma análise da mortalidade por acidentes de trânsito, acontecidas no Partido de Lanús, Província de Buenos Aires, e na Argentina, entre os anos 1998 e 2004*. Tese de Doutorado. Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia: Salvador, Brasil.
- Macías GR, Almeida Filho NMd e Diez Roux AV (2009) Análise dos acidentes de trânsito na Argentina, 2000-2002, mediante técnica de níveis múltiplos. (no prelo).
- Mandelbrot BB (1989) Fractal geometry: what is it, and what does it do? *Proceedings of the Royal Society of London*, A 423: 3-16.
- Marinacci C, Spadea T, Biggeri A, Demaria M, Caiazzo A e Costa G (2004) The role of individual and contextual socioeconomic circumstances on mortality: analysis of time variations in a city of north west Italy. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 58(3): 199-207.
- Martin S (2001) Injuries claim lives of many more boys than girls. *Canadian Medical Association Journal*, 164(13): 1883.
- Martínez Mekler G (2000) Una aproximación a los sistemas complejos. *Ciencias*, 59(Julio-Septiembre): 6-9.
- Martins RC (1995) Causalidade, livre-arbítrio, determinismo e indeterminismo em Max Plank: um precursor menos (re)conhecido da teoria do caos? Em Silveira AM, Moreira IC, Martins RC e Fuks S (Eds.) *Caos, acaso e determinismo*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ;.
- Materia E, Cacciani L, Bugarini G, Cesaroni G, Davoli M, Mirale MP, Vergine L, Baglio G, Simeone G e Perucci CA (2005) Income inequality and mortality in Italy. *European Journal of Public Health*, 15(4): 411-417.
- Mock C (2004) Strengthening the prevention and care of injuries worldwide. *Lancet*, 363(June 24): 2172-2179.
- Mohan D (2008) Traffic safety and city structure: lessons for the future. *Salud Pública de México*, 50(Supl. 1): s93-s100.
- Moreira IC (1995) Os primórdios do caos determinístico. Em Silveira AM, Moreira IC, Martins RC e Fuks S (Eds.) *Caos, acaso e determinismo*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ;.
- Moreira MA, Greca IM e Rodríguez Palmero ML (2002) Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(3): 37-57.
- Nätti J, Kinnunen U, Mäkilangas A e Mauno S (2009) Type of employment relationship and mortality: prospective study among Finnish employees in 1984-2000. *The*

- European Journal of Public Health*, Advance Access published February 10, 2009.
- Nelson TF, Weitzman ER e Wechsler H (2005) The effect of a campus-community environmental alcohol prevention initiative on student drinking and driving: results from the "a matter of degree" program evaluation. *Traffic Injury Prevention*, 6(4): 323-330.
- Newnam S, Griffin MA e Mason C (2008) Safety in Work Vehicles: A Multilevel Study Linking Safety Values and Individual Predictors to Work-Related Driving Crashes. *Journal of Applied Psychology*, 93(3): 632-644.
- Noland RB e Quddus MA (2004) A spatially disaggregate analysis of road casualties in England. *Accident Analysis and Prevention*, 36(6): 973-984.
- O'Campo P, Rao RP, Gielen AC, Royalty W e Wilson M (2000) Injury-producing events among children in low-income communities: The role of community characteristics. *Journal of Urban Health*, 77(1): 34-49.
- Özkan T, Lajunen T, Chliaoutakis JE, Parker D e Summala H (2006a) Cross-cultural differences in driving skills: A comparison of six countries. *Accident Analysis and Prevention*, 38(5): 1011-1018.
- Özkan T, Lajunen T, Chliaoutakis JE, Parker D e Summala H (2006b) Cross-cultural differences in driving behaviours: A comparison of six countries. *Transportation Research Part F*, 9(3): 227-242.
- Peden M, Scurfield R, Sleet D, Mohan D, Hyder A, Jarawan E e Mathers C (2004) *Informe Mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito*. Publicación Científica y Técnica Nro. 599. Washington: Organización Panamericana de la Salud. Disponível online em: <http://whqlibdoc.who.int/paho/2004/927531599X.pdf> (último acesso: 28/10/2006)
- Pensola T e Martikainen P (2004) Life-course experiences and mortality by adult social class among young men. *Social Science & Medicine*, 58(11): 2149-2170.
- Pereira MG (2005) *Epidemiologia. Teoria e Prática*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan.
- Qureshi ZH (2007) A review of accident modelling approaches for complex socio-technical systems. Em Cant T (Ed.) *Proceedings of the twelfth Australian workshop on Safety critical systems and software and safety-related programmable systems - Volume 86*. Adelaide, Australia: Australian Computer Society, Inc. (47-59).
- Qureshi ZH (2008) *A review of accident modelling approaches for complex critical sociotechnical systems*. Edinburgh, Australia: DSTO Defence Science and Technology Organisation. Disponível online em: <http://dSPACE.dsto.defence.gov.au/dSPACE/bitstream/1947/9120/1/DSTO-TR-2094%20PR.pdf> (último acesso: 21/12/2008)
- Ranney TA (1994) Models of driving behavior: a review of their evolution. *Accident Analysis and Prevention*, 26(6): 733-750.

- Robertson LS (2007) *Injury epidemiology: research and control strategies*. 3rd. edition. New York: Oxford University Press.
- Rosa LP (1995) A aplicação de conceitos, paradigmas e métodos da física à economia: do mecanicismo ao indeterminismo e a imprevisibilidade do caos determinístico. Em Silveira AM, Moreira IC, Martins RC e Fuks S (Eds.) *Caos, acaso e determinismo*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ.
- Salthe SN (1985) *Evolving hierarchical systems. Their structure and representation*. New York: Columbia University Press.
- Samaja J (2000) *A Reprodução Social e a Saúde. Elementos teóricos e metodológicos sobre a questão das "relações" entre saúde e condições de vida*. Série: Coleção Saúde Coletiva. Almeida Filho NMD (ed.). Salvador: Casa da Qualidade Editora.
- Samaja J (2004) *Epistemología de la Salud. Reproducción social, subjetividad y transdisciplina*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Santos M (2004) *Por uma Geografia Nova. Da Crítica da geografia a uma Geografia Crítica*. 6a. ed. São Paulo: Edusp.
- Scalassara MB, de Souza RK e Soares DF (1998) Características da mortalidade por acidentes de trânsito em localidade da região Sul do Brasil. *Revista de Saúde Pública*, 32(2): 125-132.
- Silva LMVd e Dussault G (1999) Santé, espace social et pratiques. *Ruptures, revue transdisciplinaire en santé*, 6(2): 192-208.
- Silva LMVd, Paim JS e Costa MdCN (1999) Desigualdades na mortalidade, espaço e estratos sociais. *Revista de Saúde Pública*, 33(2): 187-197.
- Stafford M e Marmot M (2003) Neighbourhood deprivation and health: does it affect us all equally? *International Journal of Epidemiology*, 32(3): 357-366.
- Subirats M (1998) *La educación de las mujeres: de la marginalidad a la coeducación. Propuestas para una metodología de cambio educativo*. Série: Serie Mujer y Desarrollo. ONU (ed.). Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas.
- Thielen IP, Grassi MVFC, Soares DP, Hartmann RC, Mazuroski Jr A e Baladón CM (2007) Percepção de risco e velocidade: a lei e os motoristas. *Psicologia: ciência e profissão*, 27(4): 730-745.
- Trifiletti LB, Gielen AC, Sleet DA e Hopkins K (2005) Behavioral and social sciences theories and models: are they used in unintentional injury prevention research? *Health Education Research: Theory & Practice*, 20(3): 298-307.
- UN (2003) *Crisis de seguridad vial en el mundo. Informe del Secretario General*. A/58/228: 1-13. Washington DC: United Nations.
- van Beeck EF, Borsboom GJJ e Mackenbach JP (2000) Economic development and traffic accident mortality in the industrialized world, 1962-1990. *International Journal of Epidemiology*, 29(3): 503-509.
- van Oort FVA, van Lenthe FJ e Mackenbach JP (2005) Material, psychosocial, and behavioural factors in the explanation of educational inequalities in mortality in the Netherlands. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 59: 214-220.

- Vanlaar W (2005) Multilevel modeling in traffic safety research: two empirical examples illustrating the consequences of ignoring hierarchies. *Traffic Injury Prevention*, 6(4): 311-316.
- Vlahov D, Gible E, Freudenberg N e Galea S (2004) Cities and Health: History, Approaches, and Key Questions. *Academic Medicine*, 79(12): 1133-1138.
- Wacquant L (2005) Habitus. Em Beckert J e Zafirovski M (Eds.) *International Encyclopedia of Economic Sociology*. London: Routledge.
- Yannis G, Papadimitriou E e Antoniou C (2007) Multilevel modelling for the regional effect of enforcement on road accidents. *Accident Analysis and Prevention*, 39(4): 818-825.

ⁱ Aqueles sistemas dinâmicos baseados em regras bem definidas que associam valores unívocos às variáveis que compõem os sistemas, num determinado tempo, a partir do conhecimento dessas mesmas variáveis em instantes anteriores (Farbiarz e Alvarez, 2000).

ⁱⁱ Que constitui uma entidade em separado, com limites precisos. Essa concepção é relativa nos sistemas complexos (ver depois o conceito de "Borrosidade") (Salthe, 1985).

ⁱⁱⁱ Esta definição de classe é diferente da proposta feita por Marx, quem a definia como um grupo mobilizado para obter objetivos comuns, especificamente em contra de outra classe (Bourdieu, 2007).

^{iv} É interessante a definição que dá o sistema de descritores para buscas bibliográficas da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), chamado "DeCS" (Descritores em Ciências da Saúde, semelhante ao MeSH – Medical Subject Headings da NLM - National Library of Medicine): "Uma expressão coletiva para todos os modelos de comportamento adquiridos e transmitidos socialmente através de símbolos. Cultura inclui costumes, tradições e linguagem" (http://regional.bvsalud.org/php/decsws.php?lang=pt&tree_id=101.076.201.450&page=info). (último acesso: 02/02/2009). A referência do MeSH é: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?cmd=Retrieve&db=mesh&dopt=Full&list_uids=68003469 (último acesso: 02/02/2009)

^v Algumas das características das relações entre os componentes já foram analisadas, e nesses casos será colocada pelo menos uma fonte bibliográfica que a baseia. Outras provêm da empiria e são hipóteses, e serão fontes de novas pesquisas para achar se essas relações realmente existem.

^{vi} A história e os detalhes podem consultar-se no site criado pelos "Familiares y Amigos de las Víctimas de la Tragedia de Santa Fe" (<http://www.tragediadesantafe.com.ar/>) Último acesso: 22/01/2009.

^{vii} Em uma de suas conferências, intitulada "O Progresso das Ciências Físicas Tende a Dar Vantagem à Opinião da Necessidade (ou Determinismo) sobre aquela da Contingência dos Eventos e do Livre-arbítrio" ("Does the Progress of Physical Science Tend to Give an Advantage to the Opinion of Necessity (or Determinism) over that of Contingency of Events and the Freedom of Will?") (Louçã, 2001)

Conclusões

Acreditamos que este trabalho ajudou a ampliar o conhecimento sobre a gênese dos Acidentes de Trânsito, desde que aportou dados originais de pesquisa.

Foram utilizadas técnicas epidemiológicas clássicas e modernas, e chegou-se a conclusões importantes para a tomada de decisão.

Os dois primeiros artigos, principalmente o segundo, representam uma novidade na pesquisa em saúde coletiva na Argentina. Além disso, poucos trabalhos foram publicados na literatura internacional analisando Acidentes de Trânsito mediante técnica de níveis múltiplos.

A respeito do terceiro artigo, achamos que, após a apresentação e crítica das teorias e modelos clássicos, ficou clara a necessidade de uma mudança de modelos.

E por último, com o quarto trabalho, acreditamos estar propondo um modelo que, mesmo incompleto, sirva como semente para o crescimento de novas e mais abrangentes pesquisas na área dos Acidentes de Trânsito.