

ESTUDO DA CORRELAÇÃO ENTRE CONFLITOS E ACIDENTES USANDO A TÉCNICA SUECA DE ANÁLISE DE CONFLITOS DE TRÁFEGO

ROBLES, Daniel Gatti

RAIA JUNIOR, Archimedes Azevedo

Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, Departamento de Engenharia Civil-DECiv, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana-PPGEU, São Paulo, Brasil

E-mail: raiajr@ufscar.br

RESUMO

Este artigo apresenta o resultado de uma pesquisa que procurou analisar a correlação entre conflitos de tráfego e acidentes de trânsito, com dados coletados em vinte interseções na cidade de São Carlos, São Paulo, Brasil. Foram selecionadas dez interseções controladas por PARE e outras dez controladas por semáforos. A técnica sueca de análise de conflitos foi usada para levantar os conflitos. A correlação foi avaliada através do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). Os resultados apresentaram valores médios de r de 0,77 (correlação forte) para interseções controladas por PARE e de 0,53 (correlação moderada) para as semaforizadas. As relações entre conflitos e acidentes foram 1.140 conflitos/acidente (PARE) e 432 conflitos/acidente (semaforizada).

Palavras-chave Conflitos de Tráfego, Acidentes de Trânsito, Correlação, Técnica Sueca de Análise de Conflitos.

INTRODUÇÃO

A sociedade brasileira vem assistindo, nas últimas décadas, a um sensível aumento no número de veículos particulares que transitam nas cidades. Isto se deve, dentre outros motivos, pela ausência de uma política efetiva para o setor de transporte coletivo. A migração dos usuários de transporte coletivo urbano para o modal particular acabou por trazer uma série de problemas das mais variadas ordens para a sociedade.

Estudo da Correlação entre Conflitos e Acidentes Usando a Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego

ROBLES, Daniel Gatti; RAIA JUNIOR, Archimedes Azevedo

Um deles diz respeito aos altos índices de acidentes que se contabiliza a cada ano no trânsito das cidades e estradas.

Segundo Melo Jorge e Koizumi (2007), em 1995, o índice de mortes em acidentes de trânsito no Brasil foi de 22,5 para cada grupo de 100.000 habitantes e 127,1 para cada grupo de 100.000 veículos; em 2005, essas taxas atingiram, respectivamente, 19,5 e 84,8. Embora as taxas tenham diminuído, os valores absolutos de acidentes continuam em alta. Os custos médios dos acidentes atingem, anualmente, cerca de R\$ 5,3 bilhões nas aglomerações urbanas (IPEA, 2003) e R\$ 22 bilhões nas rodovias (IPEA, 2006). Além dos prejuízos materiais e sociais que os acidentes acarretam, há que se considerar as perdas de vidas humanas que são registradas a cada ano. Para estas perdas, não se tem como mensurar os prejuízos envolvidos e constituem o principal elemento motivador deste estudo.

Existem, tradicionalmente, três métodos para se estudar os acidentes de trânsito: análise de séries históricas de acidentes a partir de banco de dados; auditoria de segurança viária; e técnica de análise de conflitos de tráfego. De modo geral, os órgãos gestores optam pela adoção de um destes métodos em função da disponibilidade de recursos, sejam financeiros, técnicos, humanos e de informação (Robles e Raia Jr., 2008).

Ultimamente, se tem dado especial atenção às técnicas de análise de conflitos de tráfego (TACT), em função da facilidade em se obter resultados satisfatórios para melhoria da segurança viária. Muitas vezes, não se tem disponíveis séries históricas de acidentes de trânsito para um determinado local a ser analisado, seja uma interseção simples, uma rotatória ou até um trecho de via. Sem que haja necessidade de se ter acesso a tais séries, é possível estabelecer parâmetros, a partir da aplicação de uma TACT, para melhoria das condições de segurança viária em curto espaço de tempo e com custo relativo baixo. As técnicas de análise de conflitos medem e qualificam a ocorrência de conflitos de acidentes (Robles, 2007; Robles e Raia Jr., 2008).

Uma TACT não deve ser usada para substituir a análise a partir de banco de dados de acidentes de trânsito, mas como ferramenta suplementar para auxiliar na identificação de possíveis medidas de melhoria da segurança viária (TTAP, 1999). Entretanto, para que o resultado da análise de conflito de tráfego seja satisfatório, é desejável que a técnica a ser aplicada tenha validade para a realidade do local onde se pretende utilizá-la. Em outras palavras, é preciso haver correlação satisfatória entre a ocorrência dos conflitos de tráfego e a ocorrência de acidentes de trânsito.

Segundo Pietrantonio (1991), as evidências têm permitido pressupor uma interdependência entre conflitos e acidentes, porém sua identificação depende do tipo de intersecção e do tipo de acidente considerado. Estudos mais específicos a respeito da existência de correlação entre acidente e conflito foram realizados na Suécia, e apontaram que, ao se considerar certas variáveis, poder-se-á ter uma boa similaridade entre os valores de acidentes e conflitos (Hydén, 1987).

No entanto, a maioria dos estudos que apontaram para a correlação entre os conflitos e acidentes foi realizada para condições e características de motoristas, veículos, sistema viário, operação de trânsito, existentes no exterior.

Diante do exposto, estabeleceu-se como hipótese desta pesquisa a existência de correlação entre a quantidade de conflitos severos de tráfego e de acidentes de trânsito. O emprego de técnicas de análise de conflitos de tráfego, no Brasil, somente será válido, como ferramenta alternativa ao procedimento de análise histórica de acidentes, se essa hipótese for confirmada. Para que as medidas corretivas, determinadas a partir da aplicação de uma técnica de análise dos conflitos de tráfego, sejam eficazes, com a conseqüente diminuição dos perigos potenciais nas vias, ela precisa ter a sua validade comprovada.

Considerando-se a hipótese aqui adotada, pode-se definir objetivo desta pesquisa como sendo o de estudar possível correlação entre os conflitos severos de tráfego e a ocorrência de acidentes, considerando dados da cidade de São Carlos, São Paulo, Brasil e conflitos identificados a partir da técnica sueca de análise de conflitos de tráfego. Como objetivo subjacente, determinar a relação entre o número de conflitos e o número dos acidentes.

CONFLITOS DE TRÁFEGO

Um conflito de tráfego é um evento envolvendo a interação de dois ou mais usuários do sistema viário, motoristas ou pedestres, onde pelo menos um deles age evasivamente, como frear e/ou desviar, para evitar a colisão (Raia Jr., 2004). Um conflito é quase um acidente e representa um perigo potencial. Outra definição para conflito de tráfego é que ele pode ser considerado um evento envolvendo dois ou mais usuários da via, em que a ação de um dos usuários leva o outro a fazer uma manobra evasiva para evitar uma colisão (US. FHWA apud Pietrantonio, 1991).

Um conflito de tráfego é um evento composto por quatro fases (Pietrantonio, 1991): i) o primeiro usuário realiza uma ação determinada; ii) o segundo usuário fica em risco de acidente; iii) o segundo reage freando ou desviando; e iv) o segundo usuário segue seu curso na via.

Hydén (1987) classifica a interação do usuário com a via em quatro grupos, em função da severidade: i) passagem sem distúrbio; ii) conflito potencial; iii) conflito leve; e iv) conflito sério. Considerando-se a hipótese de que haja uma correlação entre a quantidade dos conflitos e dos acidentes de trânsito, é extremamente interessante a aplicação das técnicas de análise de conflito de tráfego (TACT) em interseções críticas dos sistemas viários urbanos, pois desta análise é possível adotar medidas corretivas nas vias antes da ocorrência de acidentes. Podem-se tomar medidas antes mesmo de se ter um histórico de acidentes em um determinado local. Com a análise da tipologia dos conflitos de tráfego é possível se ter uma boa compreensão das causas dos acidentes ocorridos e dos que possivelmente poderiam ocorrer.

Enquanto históricos de acidentes das vias, que são formados a partir da compilação dos dados extraídos dos boletins de ocorrência elaborados pela polícia ou agentes de trânsito, levam um longo tempo para serem consolidados, os conflitos são eventos que ocorrem com muito mais frequência do que os acidentes e são levantados de maneira relativamente fácil, através da observação direta. Os acidentes podem resultar em vítimas, enquanto os conflitos não.

Os conflitos de tráfego (graves e leves), de maneira geral, são de 5.000 a 10.000 vezes mais frequentes do que acidentes de trânsito. Isto significa que os dados de conflitos fornecem uma base mais confiável para se estudar a segurança viária e se estimar variações na segurança de um local em estudos do tipo antes e depois. Além disto, devido ao tamanho da base de dados que o conflito proporciona, torna-se possível desagregar os dados em sub-categorias, possibilitando o estudo para diferentes usuários, manobras, e assim por diante, podendo ser examinados separadamente (DSTI, 1998).

RELAÇÃO ENTRE CONFLITOS E ACIDENTES DE TRÁFEGO

Vários pesquisadores vêm estudando o emprego da técnica de análise de conflitos de tráfego e apenas alguns deles têm se preocupado em estudar sua possível correlação. Para Ferraz, Raia Jr. e Bezerra (2008), “diversos estudos realizados mostram que, quase sempre, existe uma forte correlação entre os conflitos de tráfego (quase acidentes) e os acidentes, tanto em gênese (fatores de risco) como em número, pois uma parte dos conflitos resulta em acidentes”.

Todo acidente de trânsito é necessariamente precedido por um conflito de tráfego com insucesso ou ausência de manobra evasiva. A ocorrência destes fenômenos de forma sucessiva é uma evidência que há correlação entre ocorrência de acidentes e conflitos de tráfego (Ming, 2002).

Lord (1996) comparou os conflitos de tráfego com os acidentes envolvendo pedestres com veículos em conversão à esquerda, na cidade de Hamilton, Canadá; a análise estatística apontou uma correlação positiva entre estas duas variáveis, além de concluir que a taxa de ocorrência de conflitos em intersecções em “T” é maior do que em intersecções em “+”.

Para Archer (2005), a validação de técnicas de conflito de tráfego vem sendo desenvolvida através de análises estatísticas entre conflitos observados e dados de acidentes, tendo-se como justificativa a busca por uma alternativa ao uso dos dados de registros de acidentes. Entretanto, muitos estudos encontraram uma correlação pobre e outros indicaram para a existência de níveis aceitáveis de correlação. Chin e Quek (1997) apud Archer (2005) indicam que as dificuldades de validação de TCT são, em parte, devido à qualidade e cobertura dos dados de acidentes.

Al-Ashari (1977) desenvolveu dois métodos para avaliar a correlação entre conflitos e acidentes, aplicando-os em 5 intersecções na cidade de Grand Rapids, EUA. Afirmou que uma correlação linear era esperada, porém a obtenção dessa correlação seria somente possível com pesquisas envolvendo amostras de maior tamanho.

Alguns estudos para a validação de TACTs mostraram que dados sobre conflitos são recursos que auxiliam na previsão de futuros pontos de insegurança viária, e que são melhores até mesmo do que os próprios dados de registro de acidentes. Estes estão disponíveis em menor número, sobretudo aqueles relacionados aos acidentes de pedestres (Muhlrad, 1993).

Domingues Jr. (2001) partiu da hipótese da existência da correlação satisfatória entre o número de acidentes de trânsito e o número equivalente de conflitos de tráfego, admitindo que a correlação entre estas duas variáveis fosse linear. Para avaliar essa correlação, realizou uma adaptação da técnica de análise de conflito de tráfego e aplicou-a a quatro intersecções na cidade de São Carlos. Concluiu que, embora os testes realizados nestes locais apontassem que o método forneceu resultados satisfatórios, a amostra escolhida não era estatisticamente representativa.

Segundo FHWA (2008), em seu experimento, a TACT mostrou ter alguma correlação com acidentes. Aponta, no entanto, ainda algum debate a respeito da conexão entre medidas de conflitos e predições de acidentes. A principal crítica sobre a técnica é que a subjetividade dos observadores de campo induz a uma incerteza adicional com relação à coleta de dados mais precisos de conflitos. Apesar disso, estudos sobre conflitos são ainda usados para classificar locais com respeito à sua segurança e uma correspondente necessidade para a realização de melhorias. Há, em geral, consenso que taxas maiores de conflitos de tráfego podem indicar níveis inferiores de segurança para um determinado dispositivo.

Uno et al. (2005) estudaram possível correlação entre acidentes e conflitos em trechos de entrelaçamento em rodovias, porém, cita apenas a existência de correlação “média”.

Embora vários trabalhos cite a existência de correlação entre acidentes e conflitos de tráfego, porém, são raros os estudos que efetivamente mediram, através de Coeficiente de Correlação de Pearson, a intensidade desta correlação.

TÉCNICAS DE ANÁLISE DE CONFLITOS DE TRÁFEGO

As técnicas de análise de conflitos de tráfego (TACT), há tempos eram utilizadas por diversas áreas, como por exemplo, a avaliação da segurança do tráfego aéreo. Até meados da década de 1960, ainda não haviam sido estudadas técnicas de análise de conflitos para aplicação no tráfego rodoviário.

Estudos sistemáticos para suprimir esta lacuna começaram a ocorrer efetivamente a partir de 1968, através de esforços dos pesquisadores Perkins e Harris, do GMRL – *General Motors Research Laboratory*, EUA (DSTI, 1998).

Uma técnica de análise de conflitos de tráfego pode ser definida como uma série de procedimentos padronizados para identificar, registrar e contar conflitos através da observação do tráfego e para processar e interpretar os dados (DSTI, 1998). A partir de 1967, deu-se início a uma fase de esforços mais efetivos dos centros de pesquisa em segurança de tráfego, em diversos países, no sentido de validar técnicas de análise de conflitos de tráfego, sobretudo nas que tratavam das interseções.

A técnica de conflitos é a mais satisfatória e útil método aplicado na auditoria de segurança de tráfego de um sistema viário para revelar o tipo e a razão de um conflito e acidente, particularmente no caso de ausência de dados históricos de acidentes (Ahn et al., 2005). Archer (2001) vai nessa mesma linha quando afirma que a Técnica de Conflito de Tráfego (TCT) é talvez o a mais desenvolvida medida indireta de segurança de tráfego. A técnica é fundamentada na capacidade de registrar a ocorrência de quase acidentes diretamente no tráfego, em tempo real e, então, oferece um modo mais rápido e, em muitos aspectos, mais representativo de calcular a frequência e resultados esperados de acidentes. As principais críticas a métodos indiretos como este se referem a aspectos de confiabilidade e validade, e se risco de acidente está sendo verdadeiramente medido de uma maneira satisfatória.

Dentre as principais técnicas de análise de conflitos de tráfego existentes, pode-se citar a sueca, a americana, a francesa e a inglesa. A escolha da técnica sueca de análise de conflitos de tráfego neste estudo se deu, primeiro porque é uma das mais utilizadas e, segundo, pela grande proximidade entre os pesquisadores do *Department of Technology and Society* da *Lund University, Sweden* e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos. Há que se ressaltar que foram estes pesquisadores suecos os desenvolvedores desta técnica.

Técnica sueca

Como resultado de uma sociedade preocupada com a segurança viária, surgiu no final da década de 1980 a primeira versão da técnica sueca de análise de conflitos de tráfego, desenvolvida pelo Departamento de Engenharia de Tráfego da Universidade de Lund. Essa técnica distingue-se das demais pela facilidade de aplicação e pela atenção especial dada aos acidentes envolvendo ciclistas e pedestres. Esta técnica considera que o estudo dos conflitos de tráfego é mais significativo que o estudo dos acidentes, pois os conflitos indicam a gênese dos acidentes, indo, portanto, bem além daquilo que os boletins de acidentes podem revelar.

A técnica sueca classifica os conflitos segundo a gravidade. Os conflitos leves e graves são tabulados separadamente. Essa técnica, assim como as demais, baseia-se na hipótese de que a interação entre usuários da via pode ser descrita como uma seqüência contínua de eventos. A Figura 1 ilustra estes eventos em camadas sobrepostas, em forma de uma pirâmide, em que as situações mais próximas do topo da pirâmide significam eventos mais graves e ao mesmo tempo menos freqüentes.

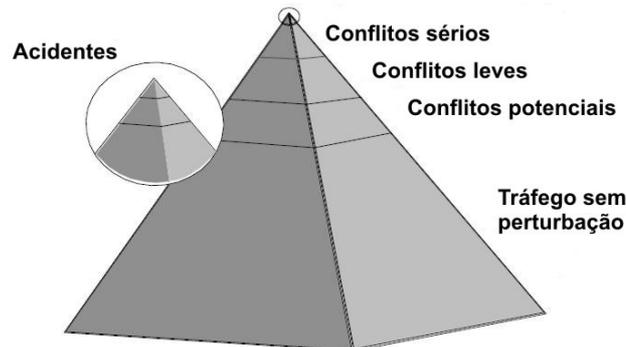


Figura 1: A pirâmide de Hydén. Fonte: Hydén (1987)

Valendo-se desta separação pelo grau de severidade dos eventos, a aplicação da técnica sueca e sua análise tornam-se bem simples. As observações de campo permitem avaliar, através da estimativa da velocidade e do tempo para o acidente. A variável Tempo para o Acidente (TA) é determinada indiretamente, através da razão entre o valor estimado da velocidade dos usuários e o valor estimado da distância entre eles. Tempo para o Acidente é definido como o intervalo de tempo decorrente do momento em que um ou ambos os usuários envolvidos em um conflito realizam a manobra evasiva até o momento em que ocorreria o acidente, se não fosse pela manobra evasiva.

A determinação dos valores do tempo para o acidente (TA) e para a classificação dos conflitos em conflitos sérios e conflitos não sérios, por parte dos observadores em campo, é feita com o auxílio da Figura 2. Os conflitos cujos resultados do TA figuram acima do separador diagonal são classificados em conflitos não sérios e, seguindo os critérios da técnica sueca, não devem ser registrados pela equipe de campo. A ocorrência destes conflitos é bem mais freqüente do que os conflitos sérios, que apresentam valores do TA abaixo do separador diagonal (Almqvist e Ekman, 1999).

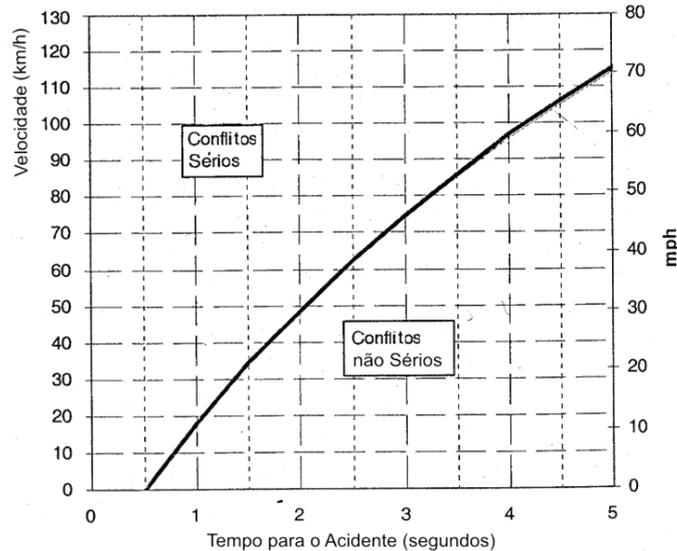


Figura 2: Definição da severidade dos conflitos em função da velocidade e tempo para o acidente

Devido à sua facilidade de aplicação, esta técnica torna-se interessante nos estudos de avaliação dos resultados de intervenções no sistema de tráfego (técnica antes e depois). Este tipo de estudo possibilita avaliar a eficiência das medidas implantadas para a segurança no trânsito.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para se atingir os objetivos estabelecidos neste trabalho, bem como proceder à comprovação da hipótese da pesquisa, desenvolveu-se uma metodologia, apresentada na Figura 3, e descrita em seguida.

Inicialmente, deve-se escolher as interseções a serem estudadas. Esse conjunto deve ser o mais homogêneo possível no que se refere às características de uso do solo, às atividades desenvolvidas no entorno, à densidade da ocupação e outras características mais diretamente relacionadas ao trânsito como composição e volume do tráfego no entorno. Este procedimento é necessário para se ter controle sobre as variáveis. Estas interseções escolhidas precisam atender às exigências de número mínimo de acidentes de dois ao ano, pelo período mínimo de quatro anos.

Estudo da Correlação entre Conflitos e Acidentes Usando a Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego

ROBLES, Daniel Gatti; RAIÁ JUNIOR, Archimedes Azevedo

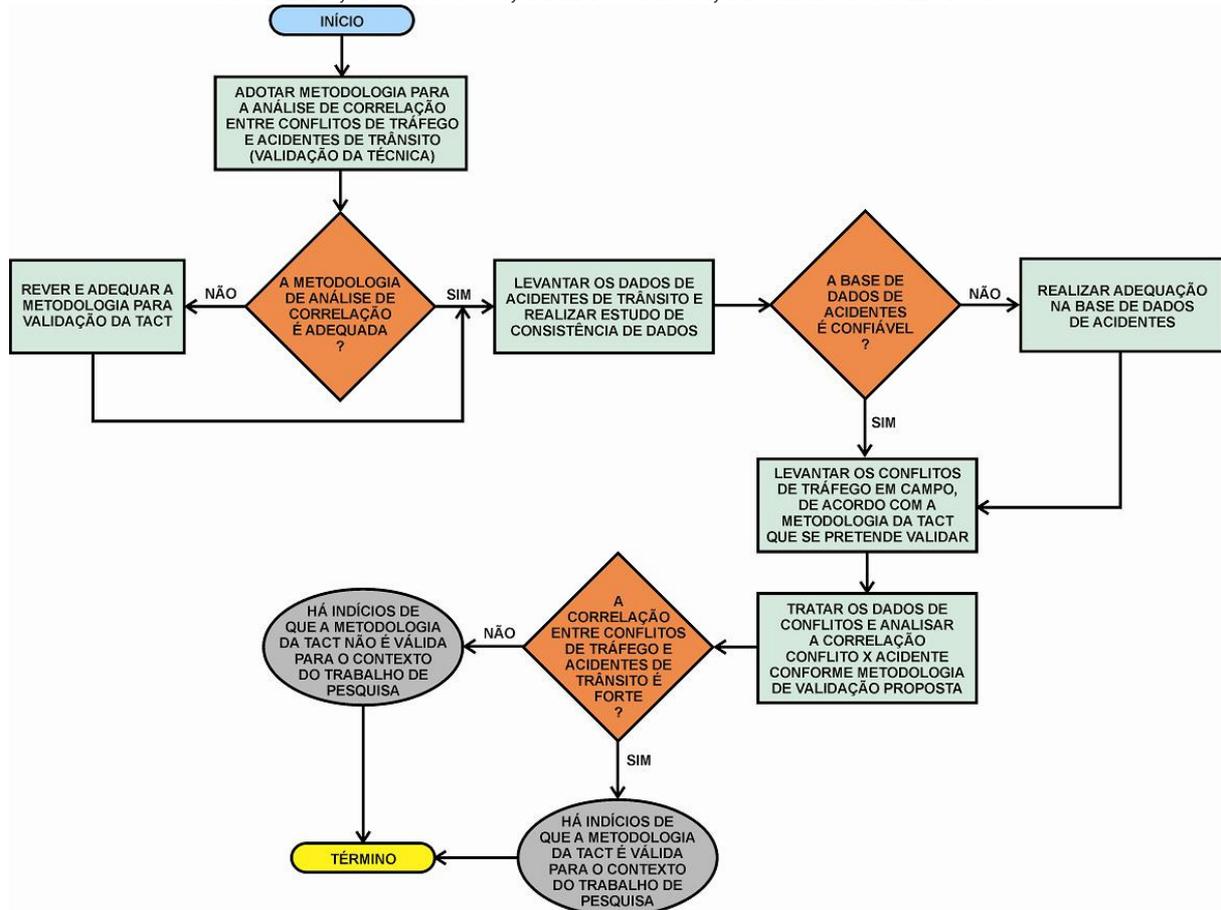


Figura 3: Síntese dos procedimentos metodológicos da pesquisa

As interseções também não podem ter passado por alterações geométricas e de operação ao longo desse período. Os dados de acidentes devem ser tratados e classificados segundo os diversos tipos.

Uma equipe de pesquisadores de campo deve ser escolhida e passar por um processo de treinamento, abrangendo a seguinte seqüência: i) seminário conceitual sobre a técnica e objetivos do trabalho de campo; ii) treinamento de campo para estimativas de velocidades, com a aferição dos resultados feitas por meio de radar; iii) treinamento para estimativas de distância. Os trabalhos devem ser coordenados pelo pesquisador principal, porém sem sua participação direta nas observações feitas em campo com a aplicação da técnica, para se evitar riscos de resultados enviesados pela sua própria percepção (Almqvist e Ekman, 1999).

A aplicação da técnica (levantamento de campo) através de observações se dá com anotações feitas na folha de registro de conflito (Figura 4), desenvolvida por Department of Traffic Planning and Engineering, Lund Institut of Techology, Lund University. Esta planilha contém campos para registro de dados de horário, local, condições do tempo e pavimento, tipos de veículos, usuários, velocidade estimada do veículo, distância do ponto de colisão, tempo do acidente, croqui, etc.

Estudo da Correlação entre Conflitos e Acidentes Usando a Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego

ROBLES, Daniel Gatti; RAIA JUNIOR, Archimedes Azevedo

A etapa seguinte apregoa o tratamento dos dados de conflitos de tráfego obtidos, que permitirão montar as bases de referência, seguindo-se critérios definidos para a escolha dos conflitos e acidentes que comporão as bases de comparação (filtros).

Várias amostras homogêneas deverão ser compostas a partir da aplicação de filtros específicos, tanto na composição das quantidades de acidentes (variável dependente) quanto nas quantidades de conflitos (variável independente). A partir da aplicação destes filtros, torna-se possível criar recortes no universo dos dados, gerando-se amostras mais homogêneas. Para as séries de valores de conflitos e acidentes, calcula-se o valor do Coeficiente de Correlação Pearson (r). Por fim, pode-se conduzir uma análise e interpretação dos resultados. O valor de r pode variar entre -1 e 1. A Tabela I apresenta a interpretação da correlação para as faixas de valores do coeficiente r , segundo Francisco (1993).

FOLHA DE REGISTRO DE CONFLITO

Observador: _____ Data: _____ Horário: _____ Número: _____
 Cidade: _____
 Intersecção: _____
 Condições de Tempo: Sol Encoberto Chuva
 Superfície: Seca Molhada
 Intervalo de Tempo _____

	Usuário I	Usuário II	Envolvido secundário III
Veículo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bicicleta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pedestre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outro			
Sexo (ped.)	M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>
Idade (ped.)	_____	_____	_____
Velocidade	_____ km/h	_____ km/h	_____ km/h
Distância do ponto de colisão	_____ ms	_____ ms	
Valor do TA	_____ seg	_____ seg	
Ação de evitar			
Frenagem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Desvio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Aceleração	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Possibilidade de desviar	sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>	sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>	
	sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>	sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>	
Descrição das causas do evento: _____ _____ _____ _____			
<input type="checkbox"/> → Veículo particular, Caminhão, Ônibus <input type="checkbox"/> → Bicicleta, Motocicleta <input type="checkbox"/> → Pedestre			
Continua do outro lado: <input type="checkbox"/> ⇒			

CROQUI INCLUINDO A POSIÇÃO DO USUÁRIO ENVOLVIDO.
 POR FAVOR, MARQUE SUA POSIÇÃO COM
 (SE UMA VÍDEO FILMADORA ESTIVER SENDO USADA, MARQUE A POSIÇÃO DA CÂMARA COM)

Figura 4: Folha de registro de conflitos

Tabela I – Interpretação da correlação para as faixas de valores do coeficiente de r

Valor de r (positivo ou negativo)	Interpretação
0,00 --- 0,20	Correlação muito fraca
0,20 --- 0,40	Correlação fraca
0,40 --- 0,70	Correlação moderada
0,70 --- 0,90	Correlação forte
0,90 --- 1,00	Correlação muito forte

APLICAÇÃO E RESULTADOS

A pesquisa foi realizada em 20 interseções (10 controladas por PARE e 10 controladas por semáforo) da cidade de São Carlos, Estado de São Paulo, Brasil, nos meses de junho e julho de 2007. Os dados de conflitos foram coletados, em campo, sempre no período entre 12:00 horas e 18:00 horas, de dias úteis. O município possui cerca de 200 mil habitantes e é caracterizada por atividades industriais de tecnologias de ponta (Figura 5).

Os acidentes considerados foram aqueles registrados no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2003, que eram os únicos disponíveis na Prefeitura Municipal. Foi utilizada uma equipe de observadores composta por três universitários, sob a coordenação do pesquisador líder. Em seguida, são apresentados os resultados para os dois tipos de interseções. Para a escolha das interseções controladas por PARE, seguiu-se o critério do histórico mínimo de acidentes, ou seja, somente aqueles que apresentaram, no período de estudo, registros de ocorrência de acidentes iguais ou superiores ao valor da média de ocorrência de acidentes entre o grupo de interseções elegíveis, subtraindo-se o valor do seu desvio padrão ($\sigma = 4$).



Figura 5: Imagens da Avenida São Carlos, principal via da cidade

Estudo da Correlação entre Conflitos e Acidentes Usando a Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego

ROBLES, Daniel Gatti; RAIÁ JUNIOR, Archimedes Azevedo

O período de acidentes considerado, para os dois tipos de controle de intersecção, foi de janeiro de 2000 a dezembro de 2003, que eram os dados disponíveis na Prefeitura. Isto resultou em 76 intersecções elegíveis (PARE), das quais foram escolhidas 10 intersecções (ID de 1 a 10).

Para as intersecções controladas por semáforos, após o descarte das intersecções que apresentaram mudanças operacionais (qualquer tipo de alteração de geometria ou de operação do trânsito) durante o período de estudo, restaram apenas 10 intersecções válidas (ID de 11 a 20, na Figura 6). A Figura 6 mostra a localização geográfica das intersecções selecionadas para a realização da análise, onde os círculos azuis representam as intersecções controladas por PARE e, os vermelhos, as semaforizadas. As Tabelas II e III apresentam, respectivamente, os números de acidentes e conflitos das intersecções controladas por PARE e por semáforo. Deu-se preferência na escolha de cruzamentos nos principais corredores de trânsito da cidade, como são os casos da Avenida Dr. Carlos Botelho, Rua Quinze de Novembro e Rua Dona Alexandrina, de modo a conferir mais homogeneidade à amostra.

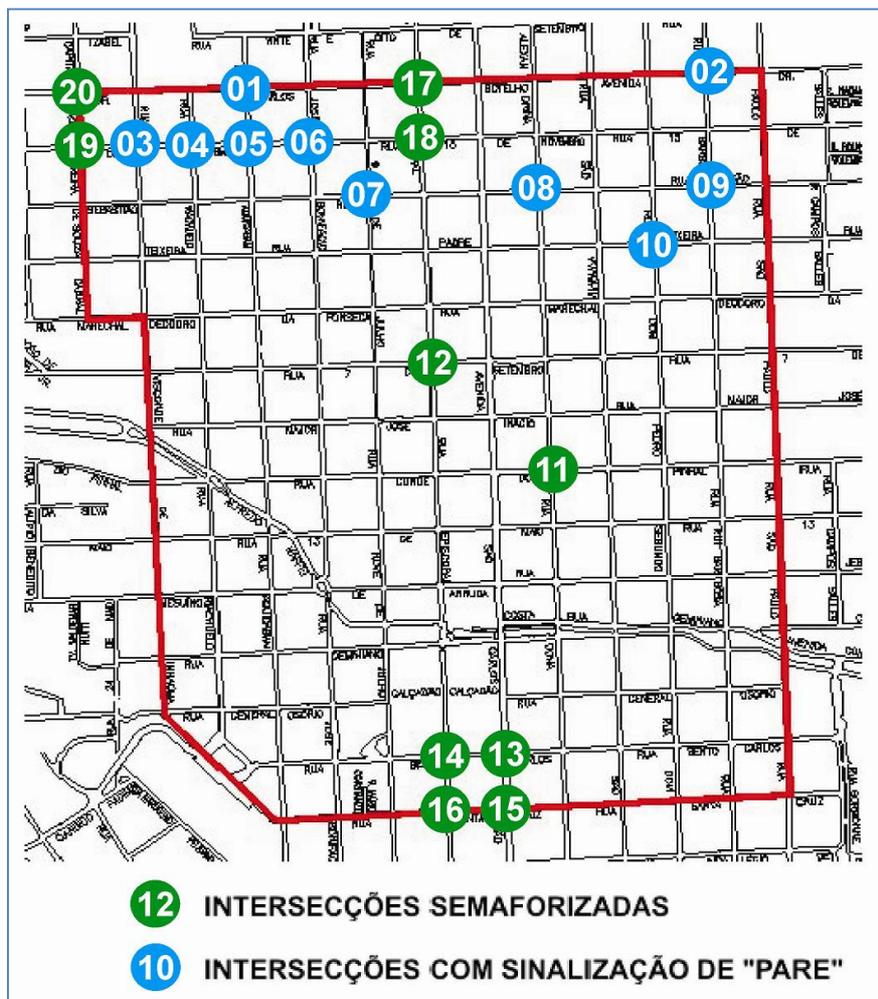


Figura 6: Localização espacial das intersecções pesquisadas

Estudo da Correlação entre Conflitos e Acidentes Usando a Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego

ROBLES, Daniel Gatti; RAIA JUNIOR, Archimedes Azevedo

Tabela II – Registro de acidentes e conflitos nas 10 interseções do tipo PARE

ID	VIA DIREÇÃO LESTE – OESTE	VIA COM DIREÇÃO NORTE - SUL	ACIDENTES	CONFLITOS GRAVES
1	CARLOS BOTELHO,DR; AVENIDA	AQUIDABAN; RUA	21	11
2	CARLOS BOTELHO,DR; AVENIDA	RUI BARBOSA; RUA	28	17
3	QUINZE DE NOVENBRO; RUA	INHAÚMA,VISC; RUA	12	10
4	QUINZE DE NOVENBRO; RUA	RIACHUELO; RUA	11	8
5	QUINZE DE NOVENBRO; RUA	AQUIDABAN; RUA	22	15
6	QUINZE DE NOVENBRO; RUA	JOSÉ BONIFÁCIO; RUA	26	15
7	SEBASTIÃO,S; RUA	NOVE DE JULHO; RUA	7	11
8	SEBASTIÃO,S; RUA	ALEXANDRINA,DA; RUA	8	12
9	SEBASTIÃO,S; RUA	RUI BARBOSA; RUA	12	9
10	TEIXEIRA,PE; RUA	PEDRO II,DOM; RUA	19	13

Os dados de conflitos foram tabulados para cada uma das 20 interseções analisadas controladas por PARE e por semáforos, e os filtros foram aplicados, gerando-se 20 tabelas. Somente como exemplo, pois o espaço aqui disponível não seria suficiente, são aqui apresentadas as tabelas relacionadas com as interseções 1 e 11.

Tabela III – Registro de acidentes e conflitos nas 10 interseções semaforizadas

ID	VIA DIREÇÃO LESTE – OESTE	VIA COM DIREÇÃO NORTE - SUL	ACIDENTES	CONFLITOS GRAVES
11	PINHAL,CDE; RUA	ALEXANDRINA,DA; RUA	35	9
12	SETE DE SETEMBRO; RUA	EPISCOPAL; RUA	13	8
13	BENTO CARLOS; RUA	CARLOS,S; AVENIDA	34	11
14	BENTO CARLOS; RUA	EPISCOPAL; RUA	32	8
15	CRUZ,STA; RUA	CARLOS,S; AVENIDA	36	13
16	CRUZ,STA; RUA	EPISCOPAL; RUA	18	7
17	CARLOS BOTELHO,DR; AVENIDA	EPISCOPAL; RUA	53	12
18	QUINZE DE NOVENBRO; RUA	EPISCOPAL; RUA	47	9
19	QUINZE DE NOVENBRO; RUA	ADÃO P. S. CABRAL,CAP; RUA	16	5
20	CARLOS BOTELHO,DR; AVENIDA	ADÃO P. S. CABRAL,CAP; RUA	28	7

As Tabelas de IV a VII trazem, respectivamente, todos os conflitos observados e acidentes registrados na interseção 1, com PARE (Avenida Dr. Carlos Botelho e Rua Aquidaban) e na interseção 11, com semáforo (Rua Conde do Pinhal e Rua Dona Alexandrina).

Tabela IV – Detalhes dos conflitos observados na interseção 1 (Av. Dr. Carlos Botelho e Rua Aquidaban)

Código Conflito	Dia	Mês	Hora	Min.	Envolvido 1	Envolvido 2	Tipo de conflito	Veloc. (km/h)	Dist. (m)	TA (seg)
0101	20	JUNHO	15	07	AUTOMÓVEL	AUTOMÓVEL	COL. LATERAL	15	2,0	0,48
0102	20	JUNHO	15	48	AUTOMÓVEL	AUTOMÓVEL	COL. TRASEIRA	30	3,0	0,36
0103	20	JUNHO	16	03	AUTOMÓVEL	AUTOMÓVEL	ENGAVETAMENTO	30	5,0	0,60
0104	21	JUNHO	14	37	AUTOMÓVEL	AUTOMÓVEL	COL. TRANSVERSAL	35	5,0	0,51
0105	21	JUNHO	15	06	AUTOMÓVEL	AUTOMÓVEL	COL. TRANSVERSAL	35	3,0	0,31
0106	21	JUNHO	15	17	AUTOMÓVEL	AUTOMÓVEL	COL. LATERAL	35	4,0	0,41
0107	21	JUNHO	15	56	AUTOMÓVEL	AUTOMÓVEL	COL. TRANSVERSAL	30	5,0	0,60
0108	21	JUNHO	16	10	AUTOMÓVEL	PEDESTRE	ATROPELAMENTO	5	1,0	0,72
0109	21	JUNHO	16	30	MOTOCICLETA	MOTOCICLETA	COL. LATERAL	25	4,0	0,58
0110	21	JUNHO	17	43	MOTOCICLETA	AUTOMÓVEL	COL. TRASEIRA	40	5,0	0,45
0111	21	JUNHO	17	50	AUTOMÓVEL	AUTOMÓVEL	COL. TRANSVERSAL	30	2,0	0,24

Estudo da Correlação entre Conflitos e Acidentes Usando a Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego
ROBLES, Daniel Gatti; RAIA JUNIOR, Archimedes Azevedo

Tabela V – Detalhes dos acidentes registrados na intersecção 1 (Av. Dr. Carlos Botelho e Rua Aquidaban)

BO	Dia	Mês	Ano	Dia Semana	Hora	Min	Envolvido 1	Envolvido 2	Tipo Acidente	Gravidade	Cond. Pista
6129	13	MAR	2002	QUA	ND	ND	AUTOM.	AUTOM.	COL. TRASEIRA	DM	SECA
22388	7	OUT	2001	DOM	0	3	AUTOM.	MOTOCICL.	COL. TRANSV.	VNF	SECA
125	2	JAN	2001	TER	6	10	AUTOM.	AUTOM.	CHOQUE	DM	SECA
18859	9	AGO	2000	QUA	7	57	AUTOM.	PEDESTRE	ATROPELAM	VNF	SECA
21442	19	SET	2001	QUA	7	45	AUTOM.	AUTOM.	COL. TRASEIRA	DM	SECA
18565	1	AGO	2002	QUI	8	53	AUTOM.	UTILITÁRIO	COL. TRANSV.	DM	SECA
9218	15	ABR	2000	SÁB	8	01	AUTOM.	UTILITÁRIO	COL. TRANSV.	DM	SECA
8045	2	ABR	2001	SEG	9	55	AUTOM.	AUTOM.	COL. TRANSV.	DM	SECA
21467	6	SET	2002	SEX	12	00	AUTOM.	BICICLETA	COL. LATERAL	VNF	SECA
13089	28	MAI	2002	TER	13	00	AUTOM.	BICICLETA	COL. TRANSV.	VNF	SECA
10426	9	ABR	2003	QUA	13	00	AUTOM.	AUTOM.	COL. TRANSV.	DM	SECA
16038	28	JUN	2002	SEX	14	00	AUTOM.	AUTOM.	COL. TRASEIRA	DM	SECA
23205	25	SET	2002	QUA	15	45	UTILIT.	BICICLETA	COL. TRANSV.	DM	SECA
13221	31	MAI	2000	QUA	17	40	AUTOM.	AUTOM.	COL. TRASEIRA	DM	SECA
24753	8	NOV	2001	QUI	17	30	AUTOM.	AUTOM.	COL. TRASEIRA	DM	SECA
24267	17	OUT	2000	QUA	18	30	AUTOM.	AUTOM.	COL. TRASEIRA	DM	SECA
7593	27	MAR	2000	SEG.	18	17	AUTOM.	BICICLETA	COL. TRANSV.	DM	SECA
17044	23	JUL	2001	SEG	19	0	UTILIT.	AUTOM.	COL. TRANSV.	DM	SECA
16457	5	JUL	2002	SEX	21	30	MOTOCICL.	AUTOM.	COL. LATERAL	VNF	SECA
11204	16	ABR	2003	QUA	22	50	AUTOM.	AUTOM.	COL. TRASEIRA	DM	SECA
16683	7	JUN	2003	SÁB	23	45	AUTOM.	AUTOM.	CHOQUE	DM	SECA

Tabela VI – Detalhes dos conflitos observados na intersecção 11 (R. Conde do Pinhal e R. Dona Alexandrina)

Código Conflito	Dia	Mês	Hora	Min.	Envolvido 1	Envolvido 2	Tipo de conflito	Veloc. (km/h)	Dist. (m)	TA (seg)
1301	6	JUL	12	58	AUTOMÓVEL	AUTOMÓVEL	COLISÃO LATERAL	20	3,0	0,54
1302	6	JUL	13	34	PEDESTRE	AUTOMÓVEL	ATROPELAMENTO	5	0,5	0,36
1303	6	JUL	15	14	AUTOMÓVEL	PEDESTRE	ATROPELAMENTO	20	4,0	0,72
1304	6	JUL	17	21	PEDESTRE	AUTOMÓVEL	ATROPELAMENTO	5	0,5	0,36
1305	6	JUL	17	41	AUTOMÓVEL	AUTOMÓVEL	COLISÃO TRANSV.	30	3,0	0,36
1306	10	JUL	12	43	AUTOMÓVEL	PEDESTRE	ATROPELAMENTO	5	0,5	0,36
1307	10	JUL	14	00	AUTOMÓVEL	PEDESTRE	ATROPELAMENTO	10	1,0	0,36
1308	10	JUL	14	46	AUTOMÓVEL	AUTOMÓVEL	COLISÃO TRANSV.	40	3,0	0,27
1309	10	JUL	15	02	AUTOMÓVEL	PEDESTRE	ATROPELAMENTO	10	1,0	0,36

Estudo da Correlação entre Conflitos e Acidentes Usando a Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego

ROBLES, Daniel Gatti; RAIA JUNIOR, Archimedes Azevedo

Tabela VII – Detalhes dos acidentes registrados na intersecção 11 (R. Conde do Pinhal e R. Dona Alexandrina)

BO	Dia	Mês	Ano	Dia Semana	Hora	Min	Envolvido 1	Envolvido 2	Tipo Acidente	Gravidade	Condição pista
9436	17	ABR	2000	SEG	16	14	AUTOM.	AUTOM.	COL. TRANSV.	DM	SECA
9999	22	ABR	2000	SAB	18	0	AUTOM.	AUTOM.	COL. LATERAL	DM	SECA
28429	5	DEZ	2000	TER	16	20	ÔNIBUS	AUTOM.	COL. TRASEIRA	DM	SECA
02625	3	FEV	2000	QUI	15	00	AUTOM.	AUTOM.	COL. TRANSV.	DM	MOLHADA
03761	14	FEV	2000	SEG	14	30	AUTOM.	ÔNIBUS	COL. LATERAL	DM	SECA
13639	5	JUN	2000	SEG	10	50	AUTOM.	AUTOM.	COL. TRANSV.	DM	SECA
14936	20	JUN	2000	TER	10	30	AUTOM.	ÔNIBUS	COL. LATERAL	DM	SECA
11925	16	MAI	2000	TER	08	30	MOTOCICL.	AUTOM.	COL. TRANSV.	VNF	SECA
11998	17	MAI	2000	QUA	00	38	AUTOM.	AUTOM.	COL. TRANSV.	DM	SECA
23589	9	OUT	2000	TER	9	00	BICICLETA	PED.	ATROPELAM.	VNF	SECA
9226	14	ABR	2001	SAB	0	30	AUTOM.	UTILIT.	COL. LATERAL	DM	SECA
21212	18	AGO	2001	SAB	14	0	AUTOM.	AUTOM.	COL. TRANSV.	DM	SECA
27588	8	DEZ	2001	SAB	15	30	AUTOM.	AUTOM.	COL. TRANSV.	DM	MOLHADA
27340	8	DEZ	2001	SAB	16	0	AUTOM.	AUTOM.	COL. TRANSV.	DM	MOLHADA
27568	17	DEZ	2001	SEG	11	30	AUTOM.	AUTOM.	COL. LATERAL	DM	SECA
4366	20	FEV	2001	TER	15	47	AUTOM.	AUTOM.	COL. TRASEIRA	DM	SECA
7802	30	MAR	2001	SEX	21	0	AUTOM.	ÔNIBUS	CHOQUE	DM	MOLHADA
20453	10	SET	2001	SEG	12	0	AUTOM.	ÔNIBUS	COL. TRASEIRA	DM	SECA
20714	14	SET	2001	SEX	4	35	AUTOM.	AUTOM.	COL. TRANSV.	VNF	MOLHADA
19300	10	AGO	2002	SAB	08	00	AUTOM.	AUTOM.	COL. TRANSV.	DM	SECA
4391	22	FEV	2002	SEX	12	10	AUTOM.	AUTOM.	COL. LATERAL	DM	MOLHADA
17214	15	JUL	2002	SEG	13	00	AUTOM.	UTILIT.	COL. LATERAL	DM	SECA
17850	23	JUL	2002	TER	11	30	AUTOM.	UTILIT.	COL. TRASEIRA	DM	SECA
18530	30	JUL	2002	TER	16	30	AUTOM.	AUTOM.	CHOQUE	DM	SECA
11891	15	MAI	2002	QUA	15	00	AUTOM.	MOTOCICL.	COL. LATERAL	DM	SECA
12376	27	ABR	2003	DOM	06	32	AUTOM.	AUTOM.	CHOQUE	ND	SECA
1924	20	JAN	2003	SEG	13	30	AUTOM.	AUTOM.	COL. TRANSV.	DM	SECA
19489	5	JUL	2003	SAB	9	00	CAMINHÃO	AUTOM.	COL. TRANSV.	DM	SECA
20765	18	JUL	2003	SEX	ND	ND	AUTOM.	AUTOM.	COL. TRANSV.	DM	SECA
21731	28	JUL	2003	SEG	13	25	UTILIT.	ÔNIBUS	COL. TRASEIRA	DM	SECA
18227	22	JUN	2003	DOM	12	10	AUTOM.	ÔNIBUS	COL. TRANSV.	DM	SECA
15003	22	MAI	2003	QUI	11	30	CAMINHÃO	UTILIT.	COL. TRASEIRA	DM	SECA
15144	23	MAI	2003	SEX	16	10	UTILIT.	AUTOM.	COL. TRANSV.	DM	MOLHADA
32080	3	NOV	2003	SEG	15	30	AUTOM.	AUTOM.	COL. LATERAL	DM	SECA
33324	3	NOV	2003	SEG	15	30	AUTOM.	AUTOM.	COL. LATERAL	DM	SECA

Por outro lado, as quantidades totais de acidentes registrados e conflitos observados, segundo a aplicação dos 6 filtros, nas 20 intersecções estudadas, estão apresentadas nas Tabelas VIII a XI.

Tabela VIII – Quantidade de acidentes nas 10 intersecções com operação de PARE, aplicando-se os filtros

FILTROS	ID →	ACIDENTES INTERSECÇÕES COM PARE									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Somente acidentes em pista seca		21	24	9	9	21	23	7	7	12	17
2. Somente acidentes em dias úteis		18	23	10	4	17	21	4	6	11	15
3. Somente acidentes entre 12h-18h		7	16	6	4	11	11	4	4	4	9
4. Somente acidentes em dias úteis entre 12h-18h		7	13	6	2	11	9	3	4	4	8
5. Somente acidentes entre veículos motorizados		16	26	11	11	22	23	6	8	11	18
6. Somente acidentes do tipo colisão transversal		9	17	3	2	6	13	5	7	5	17
Total de acidentes (sem aplicação de filtro)		21	28	12	11	22	26	7	8	12	19

Estudo da Correlação entre Conflitos e Acidentes Usando a Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego

ROBLES, Daniel Gatti; RAIA JUNIOR, Archimedes Azevedo

Tabela IX – Quantidade de acidentes nas 10 intersecções semaforizadas, aplicando-se os filtros

FILTROS	ID →	ACIDENTES INTERSECÇÕES SEMAFORIZADAS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1. Somente acidentes em pista seca		28	12	28	27	30	16	48	44	12	25
2. Somente acidentes em dias úteis		26	9	26	28	23	11	43	35	11	4
3. Somente acidentes entre 12h-18h		20	5	15	8	16	10	27	17	11	15
4. Somente acidentes em dias úteis entre 12h-18h		15	4	12	8	15	8	23	15	8	13
5. Somente acidentes entre veículos motorizados		34	9	29	30	33	17	50	44	16	27
6. Somente acidentes do tipo colisão transversal		15	9	9	20	13	9	22	19	5	14
Total de acidentes (sem aplicação de filtro)		35	13	34	32	36	18	53	47	16	28

Tabela X – Quantidade de conflitos nas 10 intersecções com semáforos, aplicando-se os filtros

FILTROS	ID →	CONFLITOS INTERSECÇÕES SEMAFORIZADAS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1. Somente conflitos em pista seca		9	8	11	8	12	7	12	9	5	7
2. Somente conflitos em dias úteis		9	8	11	8	12	7	12	9	5	7
3. Somente conflitos entre 12h-18h		9	8	11	8	12	7	12	9	5	7
4. Somente conflitos em dias úteis entre 12h-18h		9	8	11	8	12	7	12	9	5	7
5. Somente conflitos entre veículos motorizados		3	4	1	2	6	4	11	4	5	5
6. Somente conflitos do tipo colisão transversal		2	0	0	1	0	1	3	2	3	0
Total de conflitos (sem aplicação de filtro)		9	8	11	8	12	7	12	9	5	7

Tabela XI – Quantidade de conflitos nas 10 intersecções semaforizadas, aplicando-se os filtros

FILTROS	ID →	CONFLITOS INTERSECÇÕES SEMAFORIZADAS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1. Somente conflitos em pista seca		9	8	11	8	12	7	12	9	5	7
2. Somente conflitos em dias úteis		9	8	11	8	12	7	12	9	5	7
3. Somente conflitos entre 12h-18h		9	8	11	8	12	7	12	9	5	7
4. Somente conflitos em dias úteis entre 12h-18h		9	8	11	8	12	7	12	9	5	7
5. Somente conflitos entre veículos motorizados		3	4	1	2	6	4	11	4	5	5
6. Somente conflitos do tipo colisão transversal		2	0	0	1	0	1	3	2	3	0
Total de conflitos (sem aplicação de filtro)		9	8	11	8	12	7	12	9	5	7

Verificação de Correlação

A partir dos dados de conflitos e acidentes para as 10 intersecções com controle do tipo PARE e também para as outras 10 intersecções com controle do tipo semáforo, pode-se elaborar os gráficos de correlação, bem como calcular o coeficiente de correlação de Pearson (r) para cada caso. As Figuras 7 e 8 apresentam, respectivamente, os 7 gráficos de correlação para os 7 filtros aplicados para os casos de intersecções com controle de PARE e por semáforos.

Estudo da Correlação entre Conflitos e Acidentes Usando a Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego

ROBLES, Daniel Gatti; RAIA JUNIOR, Archimedes Azevedo

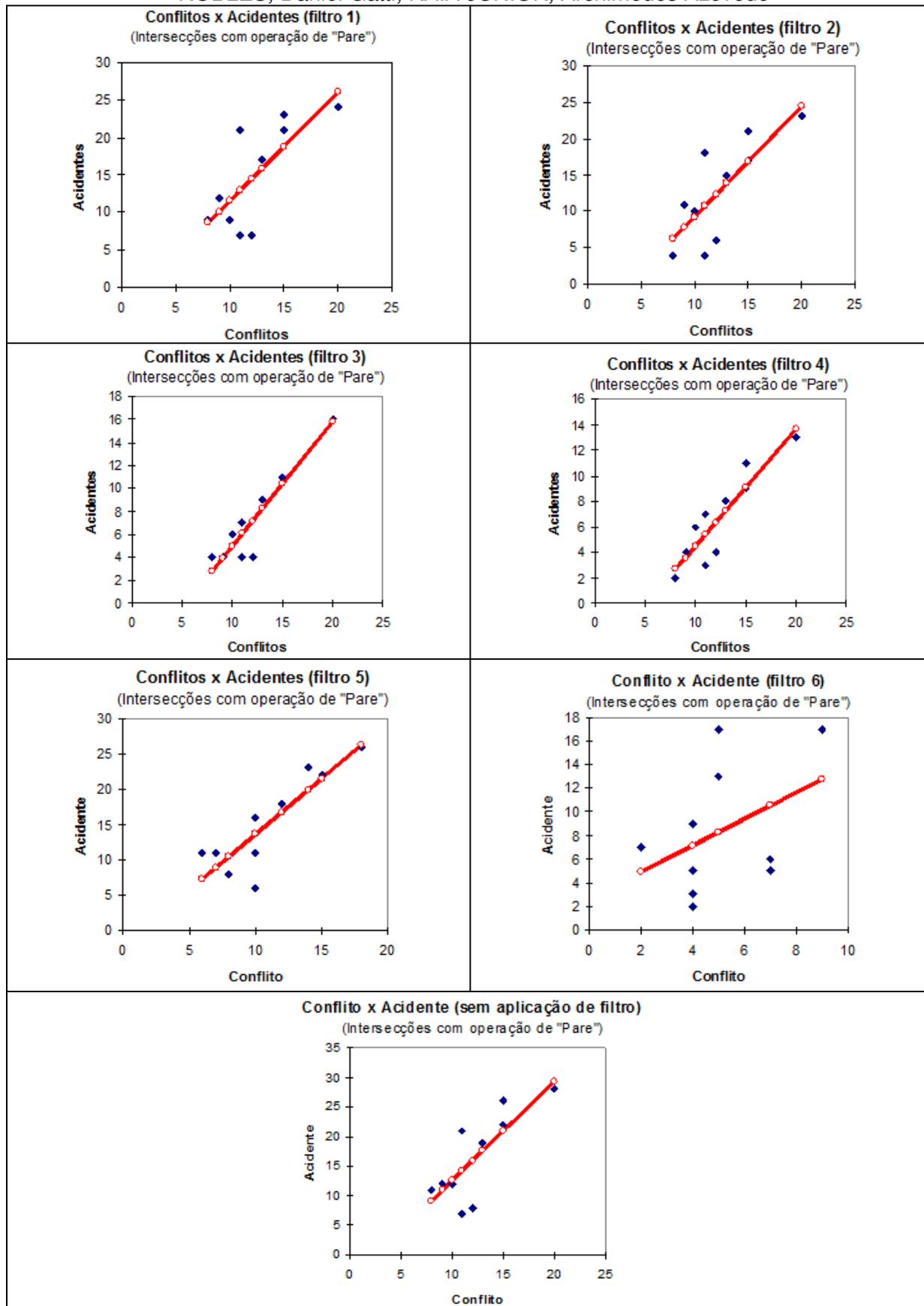


Figura 7: Gráfico de correlação entre acidentes e conflitos para interseções (PARE), para os filtros aplicados

Estudo da Correlação entre Conflitos e Acidentes Usando a Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego

ROBLES, Daniel Gatti; RAIA JUNIOR, Archimedes Azevedo

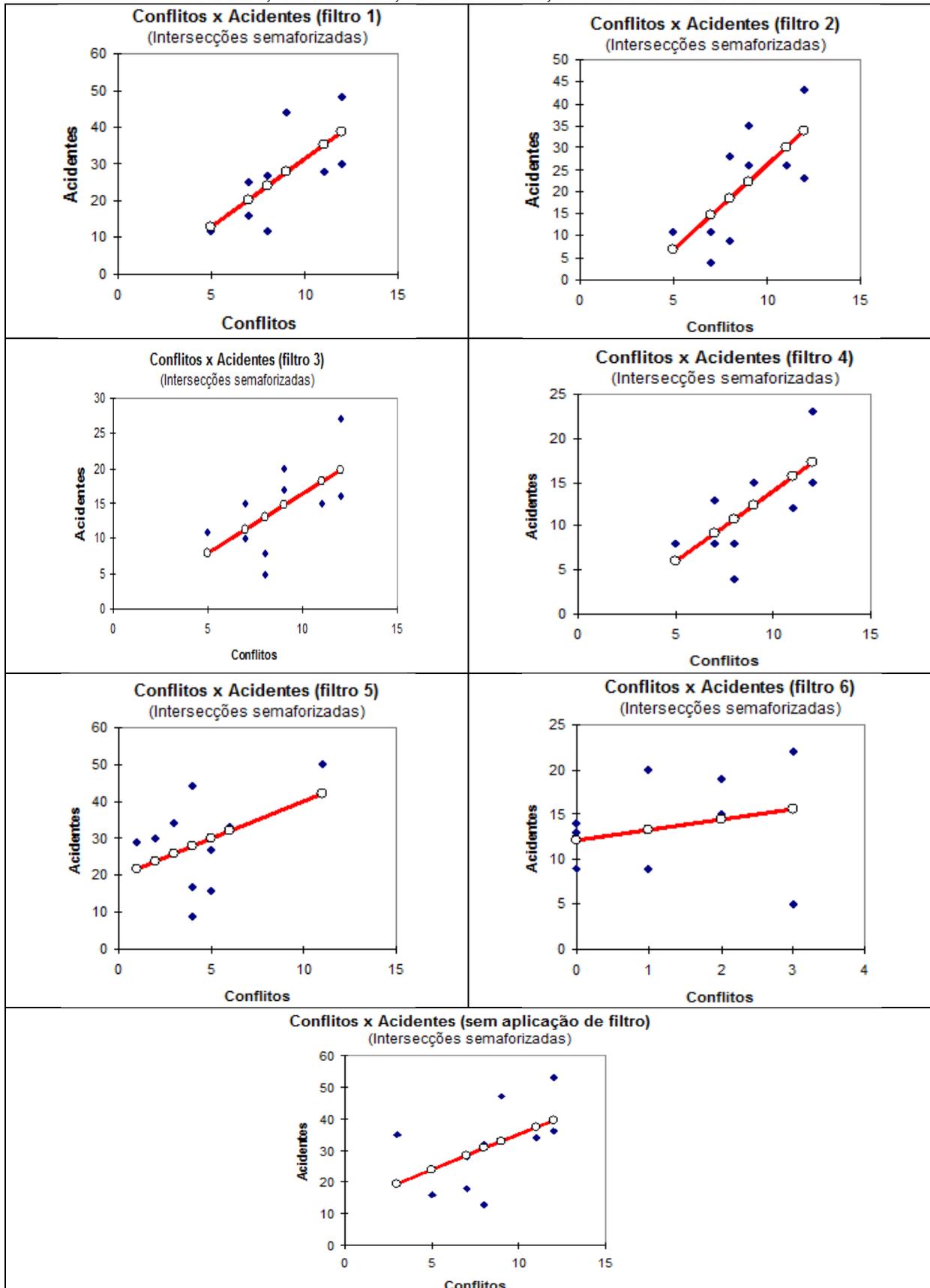


Figura 8: Gráfico de correlação entre acidentes e conflitos para intersecções (SEMAF), para os filtros aplicados

A Tabela XII apresenta, de forma decrescente, os valores dos Coeficientes de Correlação r entre acidentes e conflitos, para cada uma das 7 alternativas de filtros utilizadas, para os dois tipos intersecções abordadas neste estudo, ou seja, com controles do tipo PARE e semaforizado.

Tabela XII – Correlação entre acidentes e conflitos para as intersecções com PARE e semaforizada

FILTROS	INTERSEÇÕES			
	r (PARE)	CORREL	r (SEMAF)	CORREL
1. Somente acidentes e conflitos em pista seca	0,74	Fo	0,70	Mo
2. Somente acidentes e conflitos em dias úteis	0,77	Fo	0,71	Fo
3. Somente acidentes e conflitos entre 12h-18h	0,94	MFo	0,62	Mo
4. Somente acidentes e conflitos dias úteis entre 12h-18h	0,90	MFo	0,68	Mo
5. Somente acidentes e conflitos entre veículos	0,87	Fo	0,43	Mo
6. Somente acidentes e conflitos tipo colisão transversal	0,42	Mo	0,26	Fr
Todos os acidentes e conflitos sem aplicação de filtro	0,79	Fo	0,51	Mo
Média aritmética simples de r	0,77	Fo	0,56	Mo
Desvio padrão (σ) de r	0,17		0,17	
Valor máximo de r	0,94		0,70	

Legenda: MFr=muito fraca F=fraca Mo=moderada Fo=forte MFo=muito forte

Análises dos Resultados

Analisando-se os gráficos da Figura 7 e os resultados dos Coeficientes de Correlação (r) obtidos e sintetizados na Tabela XII, pode-se constatar que, dos sete casos estudados de segmentação dos dados, através das sete alternativas de filtros, de maneira geral, houve boa correlação para as intersecções com controle de operação do tipo PARE.

Das sete alternativas de segmentação dos dados, para o tipo de intersecção PARE, e seguindo o método de interpretação do resultado de correlação proposto por Francisco (1993), duas delas apresentaram correlações muito fortes, ou seja, acidentes e conflitos em dias úteis entre 12 e 18 horas ($r = 0,94$), e acidentes e conflitos em dias úteis entre 14 e 18 horas ($r = 0,90$). Quatro alternativas com correlações fortes: acidentes e conflitos entre veículos ($r = 0,87$), conflitos sem aplicação de filtros ($r = 0,79$), acidentes e conflitos em dias úteis ($r = 0,77$), todos os acidentes e acidentes e conflitos em pista seca ($r = 0,74$).

Apenas uma alternativa apresentou uma correlação moderada, ou seja, somente acidentes e conflitos do tipo colisão transversal ($r = 0,42$). Ainda que seja em algumas condições particulares, o valor do coeficiente de Pearson mostrou que, ao menos com as condições existentes nesta pesquisa, houve uma clara correlação entre acidentes e conflitos de trânsito, para as intersecções do tipo PARE.

As séries de conjuntos de dados tornam-se cada vez mais fragmentadas quando se aplicam filtros, o que resulta em agregações com menor número de observações de acidentes, o que faz com que a amostra possa ser mais influenciada por possíveis ocorrências de fenômenos atípicos. Se as amostras disponíveis de acidentes fossem maiores, com maior período de tempo disponível, provavelmente outros filtros tornar-se-iam também possíveis.

Para as interseções com controle semaforizado, Tabela XII, somente o valor de r do filtro 2 (somente acidentes e conflitos em dias úteis - $r = 0,71$) ficou enquadrado na classificação de correlação forte, embora os filtros 1 e 4 (somente acidentes e conflitos em pista seca - $r = 0,70$, e somente acidentes ocorridos e conflitos observados em dias úteis entre 12:00h e 18:00h - $r = 0,68$) obtiveram valores de r muito próximos ao limite superior de classificação de correlação moderada, muito próximo à classificação de correlação forte.

Além desses filtros, outros três apresentaram valores com correlação classificada como moderada: filtros 3 e 5 e sem aplicação de filtros (respectivamente, somente acidentes e conflitos entre 12:00h e 18:00 h - $r = 0,62$; somente acidentes e conflitos entre veículos - $r = 0,43$; todos os acidentes e conflitos sem aplicação de filtro - $r = 0,51$). Somente o valor relativo ao segmento (filtro 6), somente acidentes e conflitos tipo colisão transversal - $r = 0,26$, apresentou fraca correlação. Este tipo de acidente foi o mais freqüente, cerca de 50% do total de acidentes da amostra, o que pode explicar o baixo nível de correlação.

Os resultados, de um modo geral, apontaram que houve forte correlação entre ocorrência de acidentes de trânsito e conflitos sérios, para interseções com operação do tipo PARE na cidade de São Carlos. Ao menos com o método e condições aqui observados. Obteve-se uma razão média de 1.140 conflitos sérios para cada acidente de trânsito em interseções com controle do tipo PARE.

Por outro lado, os valores dos Coeficientes de Correlação de Pearson (r) para cada uma das comparações propostas entre quantidade de conflitos de tráfego e acidentes de trânsito nas interseções semaforizadas, segundo a aplicação dos diversos filtros, indicaram correlações, em geral, moderadas (5 casos), uma fraca (acidentes e conflitos do tipo colisão transversal) e outra forte (acidentes e conflitos em dias úteis). Obteve-se uma razão média de 432 conflitos sérios para cada acidente em interseções semaforizadas.

CONCLUSÕES

A análise de correlação, através do Coeficiente de Pearson, entre conflitos e acidentes para as interseções com operação do tipo PARE, apresentou um valor médio de r de 0,77 para as 10 interseções, considerada uma correlação forte. O valor máximo de correlação encontrado, quando se aplicou o filtro 3 nos dados de acidentes, ou seja, somente acidentes ocorridos e conflitos observados entre 12h e 18h, foi $r = 0,94$, considerada uma correlação muito forte.

Na análise feita com dados das interseções semaforizadas, os valores do Coeficiente de Pearson ficaram um pouco abaixo dos valores encontrados na análise das interseções com operação do tipo PARE. O valor médio de r para as 10 interseções semaforizadas foi de 0,56, podendo ser interpretada como correlação moderada. O valor máximo do coeficiente de correlação encontrado foi $r = 0,71$, que é uma correlação forte.

Nas interseções semaforizadas, a menor correlação entre conflitos sérios e acidentes poderia ser explicada pelo fato que o semáforo trabalha com um princípio de funcionamento mais bem definido para os usuários das vias. Quando o foco se encontra com a luz vermelha para uma aproximação, os usuários tendem a respeitar a regra de efetivamente parar o veículo.

Nas interseções com operação do tipo PARE, por outro lado, muitas vezes o usuário da via tributada, por motivos diversos, acaba forçando a travessia da transversal ou desrespeitando o sinal de parada obrigatória. Na prática, no Brasil, o sinal de PARE acaba funcionando como se fosse DÊ A PREFERÊNCIA. A regra de funcionamento da interseção é clara somente para o usuário da via considerada com “preferencial”, embora, em geral, não há nenhuma sinalização regulamentando-a como tal. Assim, com a existência de uma regra mais clara e respeitada para a interseção semaforizada, a probabilidade de ocorrência de conflitos sérios é menor que na interseção PARE.

Quando há a possibilidade de ocorrência de um conflito, no entanto, as manobras evasivas são menos possíveis de serem bem sucedidas, havendo, uma probabilidade mais forte dos conflitos se transformarem em acidentes.

Concluindo, para os limites da pesquisa (quantidade relativamente pequena de interseções e de tipos de interseções, de tempo de observação de conflitos durante o dia, de dias da semana e meses do ano), com a metodologia aqui empregada, adotando-se a técnica sueca de análise de conflitos de tráfego, pôde-se confirmar a hipótese estabelecida de que “existe correlação entre acidentes e conflitos observados”.

Sugere-se, para novas pesquisas, a escolha de um número maior e de diferentes tipos de interseções, com ampliação do período de tempo de observação de conflitos em campo, dados de cidades diferentes e de distintos portes, período maior de registro de acidentes e aplicar as demais técnicas de conflitos. Para maiores detalhes sobre os dados desta pesquisa, consultar Robles (2007).

Agradecimentos

Os nossos agradecimentos ao Prof. Dr. Sverker Almqvist, do Lund Institute of Technology, Lund University, Sweden, e Pesquisador Visitante da Universidade Federal de São Carlos, um dos maiores especialistas da técnica sueca de análise de conflitos, pelas valiosas contribuições na elaboração desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almqvist, S.; Ekman, L. (1999) *The Swedish Traffic Conflict Technique: Observer's Manual*. LTH, University of Lund. Lund, Sweden.
- Almqvist, S.; Hydén, C. (1994) *Methods for Assessing Traffic Safety in Developing Countries. Building Issues*. v.6, n.1. University of Lund. Lund, Sweden.
- Al-Ashari, N. (1977) *Alternate methods of examining correlation of conflicts with accidents*. Michigan Department of State Highways and Transportation. Lansing, Michigan, USA.
- Anh, T. T.; Anh, T. T.; Dao, N. X. (2005) *Conflict Technique Applied to Traffic Safety on the Model Corridor of Ha Noi*. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp. 1875-1890.
- Archer, J. (2001) *Traffic Conflict Technique: Historical to current State-of-the-Art*. Institutionen för Infrastruktur KTH. Kungl Tekniska Högskolan. Stockholm, Sweden.
- Archer, J. (2005) *Indicators for traffic safety assessment and prediction and their application in micro-simulation modelling*. Royal Institute of Technology. Stockholm, Sweden.
- DSTI (1998) *Safety of Vulnerable Road Users*. Directorate for Science, Technology and Industry.
- Ferraz, A. C. C. P.; Raia Jr., A. A.; Bezerra, B.S. (2008) *Segurança no Trânsito*. São Carlos: Ed. São Francisco.
- Francisco, W. (1993) *Estatística Básica*. Piracicaba, UNIMEP.
- Hydén, C. (1987) *The development of a method for traffic safety evaluation: The Swedish Traffic Conflicts Technique*. Lund Institute of Technology, Lund, Sweden.
- IPEA (2003) *Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas brasileiras*. IPEA/ANTP, Brasília.
- IPEA (2006) *Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras*. IPEA/DENATRAN/ANTP, Brasília.
- Lord, D. (1996) *Analysis of pedestrian conflicts with left-turning traffic*. Pedestrian and Bicycle Research. Proceedings of Annual Meeting of the Transportation Research Board, pp 61-67. Washington, DC, USA.
- Melo Jorge, M.H.P.; Koizumi, M.S. (2007) *Acidentes de trânsito no Brasil: um atlas de sua distribuição*. ABRAMET, São Paulo.
- Ming, S. H. (2002) *Técnica de Análise de Conflitos*. Companhia de Engenharia de Tráfego. São Paulo.

Estudo da Correlação entre Conflitos e Acidentes Usando a Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego

ROBLES, Daniel Gatti; RAIA JUNIOR, Archimedes Azevedo

- Muhlrad, N (1988) Technique des conflits de trafic: manuel de l'utilisateur. Synthèse n° 11. INRETS. OECD/Road Transport Research. Arcueil, France.
- Pietrantonio, H. (1991) Manual de procedimento de pesquisa para análise de conflitos de tráfego em interseções, Publicação Interna, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo.
- Prefeitura Municipal de São Carlos (2010). Disponível em: <http://www.saocarlos.sp.gov.br/>.
- Robles, D. G. (2007) Estudo da correlação entre conflitos e acidentes usando a técnica de análise de conflitos de tráfego. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação Engenharia Urbana. UFSCar, São Carlos.
- Robles, D. G.; Raia Jr.; A. A. (2008) Correlação entre conflitos e acidentes usando a técnica sueca de análise de conflitos de tráfego. XXII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Anais. Fortaleza: ANPET.
- TTAP (1999) Identification, Analysis and Correction of High-Crash Locations. The HAL Manual. Missouri Department of Transportation. USA.
- Uno, Nobuhiro; Iida, Yasunori; Itsubo, Shinji and Yasuhara, Shinji (2005). A Microscopic Analysis of Traffic Conflict Caused by Lane-Changing Vehicle at Weaving Section. Proceedings of the 13th Mini-EURO Conference Handling Uncertainty in the Analysis of Traffic and Transportation Systems, Euro Working Group on Transportation, Poznan, Poland, p.143-148.