

CORRELAÇÃO ENTRE CONFLITOS E ACIDENTES USANDO A TÉCNICA SUÉCA DE ANÁLISE DE CONFLITOS DE TRÁFEGO

Daniel Gatti Robles

Archimedes Azevedo Raia Junior

Universidade Federal de São Carlos-UFSCar

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana-PPGEU

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. 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).

ABSTRACT

This paper presents the findings of research to analyze the correlation between traffic conflicts and traffic crashes with data collected in twenty intersections in the city of São Carlos. Ten STOPS controlled intersections and ten signalized intersections were selected. The Swedish Traffic Conflict Technique was used to verify the conflicts. The Pearson Correlation Coefficient (r) was used to measure the intensity of the correlation. The findings presented r medium values of 0.77 (strong correlation) for STOPS controlled intersections and r medium values of 0.53 (moderate correlation) for signalized intersections. The relationships between conflicts and accidents estimated were 1,140 for stop-controlled intersections and 432 for signalized intersections.

1. INTRODUÇÃO

A sociedade brasileira vem assistindo, nas últimas décadas, a um sensível aumento no número de veículos particulares que transitam nas cidades. Segundo PIRES *et al.* (1997), 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. 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.

Ultimamente, tem se 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).

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 interseção 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 deste trabalho a existência de correlação entre 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, 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.

2. 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 disso, 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).

3. 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. Segundo Ming (2002), 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.

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 interseções em “T” é maior do que em interseções 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.

4. 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 intersecções.

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.

4.1. 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, baseiam-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.

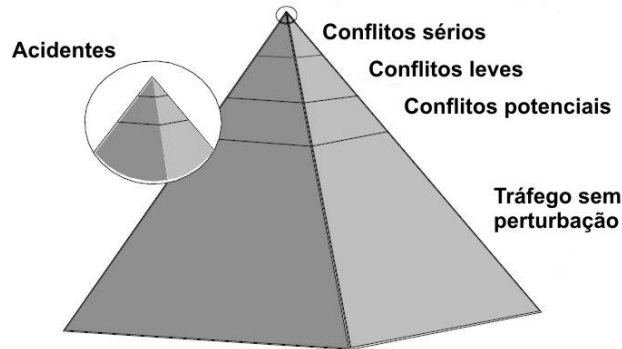



Figura 1: A pirâmide de Hydén
Fonte: Hydén (1987)

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).

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.



TA-Value	Distance (m)	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90
5	1.4	0.4	0.7	1.4	2.2	2.9	3.6	4.3	5.0	5.8	6.5	7.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10	2.8	0.2	0.4	0.7	1.1	1.4	1.8	2.2	2.5	2.9	3.2	3.6	5.4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
15	4.2	0.1	0.2	0.5	0.7	1.0	1.2	1.4	1.7	1.9	2.2	2.4	3.6	4.8	6.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20	5.6	0.1	0.2	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	2.7	3.6	4.5	5.4	--	--	--	--	--	--	--	--	--
25	6.9	0.1	0.1	0.3	0.4	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.3	1.4	2.2	2.9	3.6	4.3	5.0	5.8	--	--	--	--	--	--	--
30	8.3	0.1	0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	--	--	--	--	--	--
35	9.7	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.5	2.1	2.6	3.1	3.6	4.1	4.6	5.1	--	--	--	--	--
40	11.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.4	1.8	2.3	2.7	3.2	3.6	4.1	4.5	5.0	5.4	--	--	--
45	12.5	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8	5.6	6.4	--	--
50	13.9	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	1.1	1.4	1.8	2.2	2.5	2.9	3.2	3.6	4.0	4.3	5.0	5.8	6.5	--
55	15.3	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	1.0	1.3	1.6	2.0	2.3	2.6	2.9	3.3	3.6	3.9	4.6	5.2	5.9	6.5
60	16.7	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0
65	18.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.8	1.1	1.4	1.7	1.9	2.2	2.5	2.8	3.0	3.3	3.9	4.4	5.0	5.5
70	19.4	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.1	2.3	2.6	2.8	3.1	3.6	4.1	4.6	5.1
75	20.8	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	1.0	1.2	1.4	1.7	1.9	2.2	2.4	2.6	2.9	3.4	3.8	4.3	4.8
80	22.2	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.4	1.6	1.8	2.0	2.3	2.5	2.7	3.2	3.6	4.1	4.5
85	23.6	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6	0.8	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5	3.0	3.4	3.8	4.2	4.6
90	25.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0
95	26.4	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.7	3.0	3.4	3.8	4.2
100	27.8	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.9	3.2	3.6	4.0

Figura 2: Classificação da severidade dos conflitos

Fonte: Hyden (1987)

5. 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.

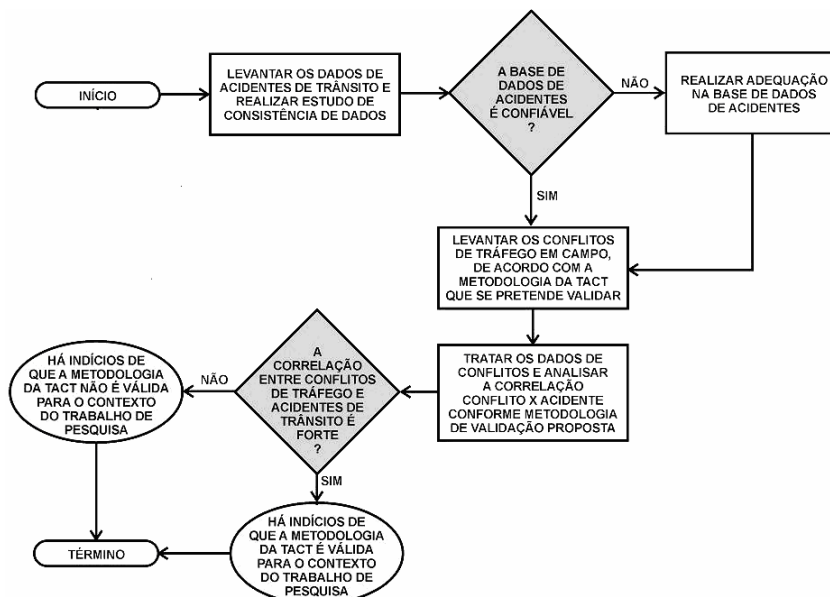



Figura 3: Síntese dos procedimentos metodológicos de pesquisa

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. 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.



DEPARTMENT OF TRAFFIC PLANNING AND ENGINEERING
LUND INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LUND UNIVERSITY


FOLHA DE REGISTRO DE CONFLITO

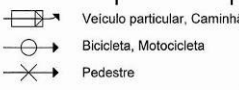
Observador: _____ Data: _____ Horário: _____ Número: _____

Cidade: _____


Intersecção: _____

Condições de Tempo: Sol Encoberto Chuva
Superfície: Seca Molhada
Intervalo de Tempo _____


Norte

	Usuário		Envolvido secundário III
	I	II	
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"/>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>Descrição das causas do evento:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> </div> <div style="text-align: right;">  <p>Veículo particular, Caminhão, Ônibus Bicicleta, Motocicleta Pedestre</p> </div> </div>			
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

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 *Coefficiente 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 1 apresenta a interpretação da correlação para as faixas de valores do coeficiente r , segundo Francisco (1993).

Tabela 1: Interpretação da correlação para as faixas de valores do coeficiente de r

Valor de r (positivo ou negativo)	Interpretação
0,00 --- 0,20	Correlação bem 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

6. APLICAÇÃO E RESULTADOS

A pesquisa foi realizada em 20 interseções (10 controladas por PARE e 10 controladas por semáforo) da cidade de São Carlos-SP (200 mil habitantes), no período de junho e julho de 2007. 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 principal. A seguir são apresentados os resultados para os dois tipos de interseções.

6.1. Interseções controladas por PARE

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 (quatro acidentes no período). Isto resultou em 76 interseções elegíveis, das quais foram escolhidas 10 interseções (números de 1 a 10), dando-se certa preferência na escolha dos principais corredores de trânsito da cidade, como Av. Dr. Carlos Botelho, Rua Quinze de Novembro e Rua Dona Alexandrina, de modo a conferir mais homogeneidade à amostra. A Figura 5 apresenta a localização geográfica das interseções escolhidas para a realização da análise, onde os círculos mais claros representam as interseções controladas por PARE e, os mais escuros, as semaforizadas.

Os dados de conflitos foram tabulados para cada uma das 10 interseções controladas por PARE analisados, e os filtros foram aplicados, gerando-se 20 tabelas. Somente como exemplo, serão aqui apresentadas as tabelas relacionadas com a primeira interseção. A Tabela 2 traz, por motivos de simplificação, apenas 4 dos 11 conflitos observados na interseção 1 (Av. Dr. Carlos Botelho e Rua Aquidaban). A Tabela 3 mostra a quantidade de conflitos observados, segundo a aplicação dos filtros.

Uma vez levantados os conflitos e acidentes para as 10 interseções com controle do tipo PARE, pode-se calcular o coeficiente de correlação de Pearson (r) para cada caso. Tabela 4 apresenta, de forma decrescente, os valores dos coeficientes de r para cada uma das interseções estudadas entre quantidade de conflitos de tráfego e acidentes de trânsito, através da aplicação dos filtros e mostra a interpretação do grau de correlação, para as interseções com controle do tipo PARE.



Figura 5: Localização espacial das interseções pesquisadas

Tabela 2: Conflitos observados na intersecção 1 (Av. Dr. Carlos Botelho e Rua Aquidaban)

Nº 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
...
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

Tabela 3: Conflitos observados na intersecção 1 aplicando-se os filtros

Filtros	Conflitos
Somente conflitos em pista seca	11
Somente conflitos em dias úteis	11
Somente conflitos observados entre 12h às 18h	11
Somente conflitos observados em dias úteis, das 12h às 18h	11
Somente conflitos entre veículos motorizados	10
Somente conflitos do tipo colisão transversal	4

Tabela 4: Interpretação da correlação para as faixas de valores do coeficiente de r

Filtros	r	Interpretação da correlação
3. Somente acidentes e conflitos entre 12h e 18h	0,9353	Muito forte
4. Somente acidentes e conflitos em dias úteis, entre 12h e 18h	0,9034	Muito forte
5. Somente acidentes e conflitos entre veículos	0,8653	Forte
Todos os acidentes e conflitos sem aplicação de filtro	0,7859	Forte
2. Somente acidentes e conflitos em dias úteis	0,7725	Forte
1. Somente acidentes e conflitos em pista seca	0,7414	Forte
6. Somente acidentes e conflitos do tipo colisão transversal	0,4165	Moderada
MÉDIA	0,7743	FORTE

Os coeficientes de correlação mais elevados ocorreram justamente quando se aplicou os filtros 3 e 4. Nestas condições, levou-se em conta todos os dados de conflitos, pois eles foram coletados em campo no período entre 12h e 18h de dias úteis.

Um fato ocorre quando se aplicam filtros: as séries tornam-se cada vez mais fragmentadas e

com menor número de observações de acidentes, o que faz com que a amostra seja 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 viáveis.

Ao se comparar o valor de correlação resultante do filtro 3 (*somente acidentes ocorridos e conflitos observados entre 12h e 18h*) com o valor de correlação resultante do filtro 2 (*somente acidentes e conflitos em dias úteis*), verifica-se que o valor de r é maior no primeiro caso. Este resultado poderia ser explicado pelo fato da dispersão de ocorrência de acidentes ser maior ao longo de um dia do que ao longo de uma semana. A dispersão diária de acidentes não é necessariamente maior do que a semanal quando se analisa a quantidade de acidentes graves, mas é maior quando se analisa os valores totais de acidentes.

De todos os filtros aplicados, o único que apresentou um valor de correlação considerado moderado foi o filtro 6 (*somente acidentes e conflitos do tipo colisão transversal*). Este coeficiente moderado poderia ser explicado pela fragmentação da amostra de acidentes. Na amostra de acidentes utilizada, ocorreram 6 tipos de acidentes, sendo que o tipo de acidente mais recorrente foi a *colisão transversal*, motivo pelo qual foi proposto o filtro 6. Apesar deste tipo de acidente ser o mais freqüente, representa cerca de 50% do total de acidentes da amostra, o que pode explicar o baixo nível de correlação.

Os resultados, de um modo geral, apontam para fortes indícios de que existe correlação entre ocorrência de acidentes de trânsito e conflitos sérios, para interseções com operação do tipo PARE com as características semelhantes às das interseções estudadas da cidade de São Carlos. Obteve-se uma razão média de 1.140 conflitos sérios para cada acidente.

6.2. Interseções controladas por semáforos

Para as interseções controladas por semáforos, após o descarte das interseções que apresentaram mudanças operacionais (qualquer tipo de alteração física ou de operação do trânsito) durante o período de estudo, restaram apenas 10 interseções válidas (11 a 20, na Figura 5).

Os dados de acidentes foram igualmente tabulados para cada uma das 10 interseções controladas por semáforos, e os filtros foram aplicados, gerando-se, também, 20 tabelas. Somente como exemplo, serão aqui apresentadas as tabelas relacionadas com a primeira interseção semaforizada pesquisada. A Tabela 5 traz, por motivos de simplificação, apenas 4 dos 28 acidentes registrados na interseção 11. A Tabela 6 mostra a quantidade de acidentes registrados, segundo a aplicação dos filtros. O período de acidentes considerado, como explicitado anteriormente, foi de janeiro de 2000 e dezembro de 2003, que eram os dados disponíveis na Prefeitura.

Tabela 5: Acidentes registrados na interseção 11 (Av. Dr. Carlos Botelho e Rua Aquidaban)

BO	Dia	Mês	Ano	Dia	Hora	Min	Envolvido 1	Envolvido 2	Tipo do Acidente	Gravid.	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
...
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 6: Acidentes registrados na intersecção 11 aplicando-se os filtros

Filtros	Acidentes
Somente acidentes em pista seca	21
Somente acidentes em dias úteis	18
Somente acidentes observados entre 12h00 às 18:00	7
Somente acidentes observados em dias úteis, das 12h00 às 18:00	7
Somente acidentes entre veículos motorizados	16
Somente acidentes do tipo colisão transversal	9

A Tabela 7 apresenta, de forma decrescente, os valores dos *Coefficientes de Correlação de Pearson* (r) para cada uma das comparações propostas entre quantidade de conflitos de tráfego e acidentes de trânsito nas intersecções semaforizadas, através da aplicação dos filtros e apresenta a interpretação do grau de correlação.

Tabela 7: Interpretação da correlação para as faixas de valores do coeficiente de r

Filtros	r	Interpretação da correlação
2. Somente acidentes e conflitos em dias úteis	0,7027	Forte
1. Somente acidentes e conflitos em pista seca	0,6992	Moderada
4. Somente acidentes e conflitos em dias úteis, das 12h às 18h	0,6838	Moderada
3. Somente acidentes e conflitos entre 12h às 18h	0,6169	Moderada
Todos os acidentes e conflitos sem aplicação de filtro	0,5059	Moderada
5. Somente acidentes e conflitos entre veículos	0,4337	Moderada
6. Somente acidentes e conflitos do tipo colisão transversal	0,2591	Fraca
MÉDIA	0,5573	MODERADA

Com exceção da correlação obtida ao aplicar o filtro 6, nas demais aplicações dos filtros houve correlações variando entre moderada a forte. Na aplicação dos filtros 1, 3 e 4 (correlação moderada), o filtro 2 (correlação forte) e o caso sem a aplicação de filtros, obteve-se valores de correlação próximos de 0,7. No caso onde havia *somente acidentes e conflitos do tipo colisão transversal* é que a correlação ficou abaixo de 0,4 (fraca). Obteve-se uma razão média de 432 conflitos sérios para cada acidente.

7. CONCLUSÕES

A análise de correlação, através do coeficiente de Pearson, entre conflitos e acidentes para as intersecções com operação do tipo PARE, apresentou um valor médio de r de 0,77 para as 10 intersecções, 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 0,94, considerada uma correlação muito forte.

Na análise feita com dados das intersecções semaforizadas, os valores do coeficiente de Pearson ficaram um pouco abaixo dos valores encontrados na análise das intersecções com operação do tipo PARE. O valor médio de r para as 10 intersecções semaforizadas foi de 0,56, podendo ser interpretada como correlação moderada. O valor máximo do coeficiente de correlação encontrado foi 0,70, que é uma correlação de moderada a forte.

Nas intersecções 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 intersecção 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 intersecção semaforizada, a probabilidade de ocorrência de conflitos sérios é menor que na intersecção 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, e aplicar as demais técnicas de conflitos. Para maiores detalhes sobre os dados desta pesquisa, consultar Robles (2007)

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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- TTAP (1999) *Identification, Analysis and Correction of High-Crash Locations*. The HAL Manual. Missouri Department of Transportation. USA.