



3.25 UTILIZAÇÃO DE UMA ESTATÍSTICA FUZZY PARA AVALIAR A PERCEPÇÃO DE SEGURANÇA VIÁRIA EM ENTORNOS ESCOLARES

OESTREICH, Letícia¹
E-mail: leticia.oestreich@hotmail.com

LEMES, Jean Augusto¹
E-mail: jean.l.augusto@hotmail.com

MENNA, Richard Ortiz²
E-mail: richardomenna@gmail.com

TORRES, Tânia Batistela¹
E-mail: tania.torres@ufsm.br

RUIZ-PADILLO, Alejandro^{1,2}
E-mail: alejandro.ruiz-padillo@ufsm.br

¹Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul
Curso de Engenharia de Transportes e Logística, Laboratório de Mobilidade e Logística

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia
Curso de Engenharia Civil, Laboratório de Sistemas de Transportes

RESUMO: Tornar os ambientes nos entornos escolares mais seguros com aplicação de medidas de segurança viária constituem mudanças que podem tornar os locais mais atrativos para a realização de viagens a pé. Com o objetivo de avaliar a percepção de segurança viária em entornos escolares, foram aplicados questionários qualitativos baseados na escala *Likert* a alunos de ensino médio de duas escolas públicas e uma privada da cidade de Cachoeira do Sul. Os dados foram analisados mediante estatística Qui-Quadrado *Fuzzy* e foi possível obter uma relação entre a percepção de segurança viária nos entornos escolares e o tipo de escola, gênero, série cursada e turno dos alunos.

Palavras-chave: Segurança viária. Escolas. Mobilidade Independente. Estatística. *Fuzzy*.

ABSTRACT: Application of road safety measurements to increase safety in school surroundings are changes that can make these places became more attractive for walking. Likert based qualitative questionnaires were applied in two public and one pPrivate High School in Cachoeira do Sul in order to evaluate road safety perception in school surroundings. Data were analyzed through Fuzzy Chi-Square statistic and were attained a relationship between road safety perception in school surroundings and type of school, students' gender, course, and shift.

Keywords: Road Safety. School. Independent Mobility. Statistic. *Fuzzy*.

3.26.1 Introdução

As altas taxas de mortalidade por acidente de trânsito em todo o mundo (cerca de 1,25 milhões por ano) são constantemente associadas aos níveis elevados de motorização decorrentes da expansão urbana. Devido ao fato dos pedestres serem os componentes do tráfego mais vulneráveis, a ocorrência de acidentes de trânsito envolvendo esses usuários, em sua maioria, leva ao óbito, sendo o Brasil em 5º lugar entre os países que mais mata no trânsito (WHO, 2015; EWING, 2013)

Diariamente, crianças e jovens deslocam-se para poder chegar a sua escola e, devido ao grande fluxo de veículos em torno desses locais, são expostos aos riscos de ocorrência de acidentes de trânsito. De fato, os acidentes de trânsito são a primeira causa de morte entre jovens entre 15 e 19 anos e a segunda causa de morte entre jovens de 5 a 14 anos (WHO, 2015; MCDONALD *et al.*, 2013).

Dessa forma, este trabalho tem o objetivo de identificar de que forma a percepção de segurança viária, e conseqüentemente, a mobilidade independente dos estudantes, é afetada pelos componentes de tráfego nos entornos escolares e pelas condições ambientais, permitindo indicar medidas físicas para tornar esses ambientes urbanos mais seguros e incentivar o uso de modos não motorizados.

Para isso, foram aplicados questionários qualitativos a alunos de ensino médio de três escolas da cidade, sendo uma privada e duas públicas. A análise da percepção dos alunos dos entornos escolares de Cachoeira do Sul foi obtida a partir de uma estatística Qui-quadrado baseada em uma modelagem *Fuzzy*.

3.25.2 Referencial Teórico

Diariamente crianças do mundo todo se deslocam através de algum modo de transporte para chegar a escola, entretanto, estudos dizem que as crianças são fortemente influenciadas pelo modo de viagem dos pais, independente da distância que deve ser percorrida, pois levam seus filhos à escola no caminho do seu trabalho (MEROM, 2006).

Por sua vez, a permissão dos pais na adoção da mobilidade independente dos seus filhos é associada ao alto volume de tráfego desenvolvido nos entornos escolares e velocidades elevadas desempenhadas pelos veículos (ROMERO, 2011),

contudo outros estudos dizem que esses fatores acabam por influenciar na severidade e na frequência dos acidentes (ELVIK, 2004).

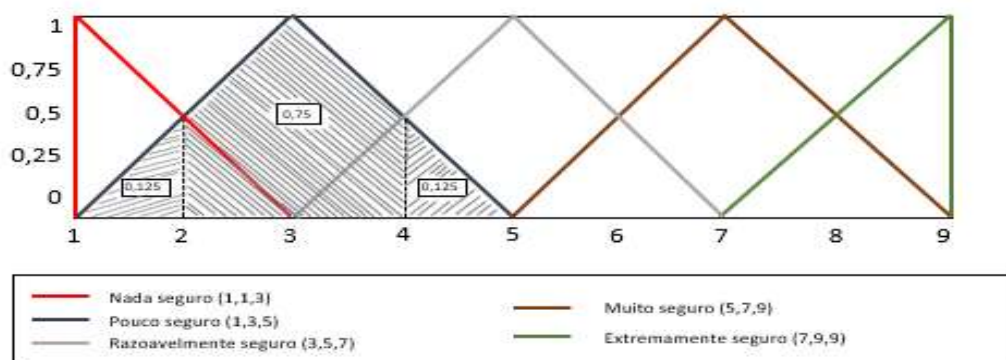
Entretanto, em países onde há o incentivo de mobilidade independente juntamente com aplicação de projetos de rotas seguras, as taxas de acidentalidade são pequenas nos trajetos escolares (MCDONALD, 2013). Esse fato pode ser explicado devido a que os motoristas têm seus comportamentos controlados a medida que existam mais pedestres e ciclistas, fenômeno conhecido como “*Safety in Numbers*” (JACOBSEN, 2003).

3.25.3 Procedimentos Metodológicos

A percepção de segurança viária em torno das escolas foi analisada através da realização de uma pesquisa qualitativa com a aplicação de questionários aos alunos selecionados.

O questionário contou com questões que buscavam caracterizar o perfil do aluno, bem como o modo utilizado para suas viagens e o veículo pelo qual mais se sente ameaçado. Após isso, com o objetivo de compreender a sensibilidade dos alunos com relação às vias, os veículos e ao ambiente em que estão inseridos, apresentaram-se as questões sobre sua percepção da segurança viária no entorno de suas escolas, baseadas nos componentes de tráfego e cujas possíveis respostas foram descritas em uma escala *Likert* de cinco graus de concordância (PASQUALI, 1996) apresentadas na Figura 1.

Figura 1 - Representação dos números *fuzzy* aplicados à escala *Likert*.



Fonte: Autores.

Para a análise estatística dos dados, foi utilizado o método Qui-quadrado aplicado a uma modelagem *Fuzzy*, que diferentemente da análise estatística convencional (atribui valores binários de 0 ou 1) busca avaliar as respostas de forma gradativa, onde captura a incerteza das respostas, transformando uma modelagem matemática um pouco mais humana (RUIZ-PADILLO *et al.*, 2016; GRZEGORZEWSKI e JEDREJ, 2015).

Nesse trabalho foram utilizados números *fuzzy* triangulares distribuídos na escala *Likert*, centrados nos números ímpares conforme a Figura 1.

3.25.4 Resultados e Discussão

Na análise estatística foi definida a hipótese nula H_{0i} como: “Não existe a diferença entre o risco percebido devido [parâmetro] entre alunos na mesma [classe]”, onde foram utilizados as classes com base no perfil dos alunos (escola, série, gênero, faixa etária, entre outros) e doze parâmetros com base em algumas das principais variáveis descritas na literatura (tais como risco percebido, trânsito, travessias dentro e fora da faixa de pedestre, presença de chuva, etc.).

Foram realizados ao total 72 testes avaliados com um nível de significância de 0,05, e foi possível rejeitar a hipótese H_{0i} para somente 6 testes, ou seja, para esses testes o valor do qui-quadrado calculado foi superior ao Qui-quadrado tabelado. O resumo dos testes rejeitados se encontra na Tabela 1.

Tabela 1 – Resumo dos testes de Qui-Quadrado com números *fuzzy*.

Hipótese	Classe	Parâmetro	X ² calc	X ² 0.05, gdl
H_{01}	Gênero	Semáforo	16,36	9,49
H_{02}	Gênero	Calçadas	13,42	9,49
H_{03}	Escola	Calçadas	47,24	15,51
H_{04}	Série	Chuva	27,78	15,51
H_{05}	Turno	Chuva	24,84	15,51
H_{06}	Turno	Faixa de pedestres	20,78	15,51

Fonte: Autores.

Assim, por exemplo, da hipótese H_{03} tem-se que: “alunos de diferentes escolas percebem o risco devido a calçadas de maneira diferente”.

Em geral, todas as hipóteses rejeitadas fornecem dados objetivos para a tomada de decisão pelas autoridades públicas responsáveis pelo trânsito e pela

infraestrutura urbana no entorno das escolas com o objetivo de solucionar os problemas relacionados à segurança viária nesses locais a partir das características de uso do solo, volume de tráfego e frequência de acidentes.

3.25.5 Considerações Finais

A percepção obtida dos alunos sobre a segurança viária nos entornos escolares a partir da análise estatística *fuzzy* tornou possível a constatação de que a percepção é distinta quanto ao tipo de escola estudada, a série cursada, o gênero dos alunos, e os turnos em que ocorrem as aulas. Sendo que escolas situadas em regiões centrais que possuem um alto volume de atividades comerciais são mais propensas a afetar negativamente a percepção dos alunos com relação a infraestrutura destinada ao tráfego do que escolas situadas em regiões menos movimentadas.

Portanto a aplicação de medidas, como aquelas tomadas em projetos de rotas seguras, de redução de velocidade, ampliação das áreas de passeio, priorização do pedestre, são iniciativas que podem melhorar a percepção dos alunos nesses entornos, tornando esses locais mais caminháveis e seguros.

Para trabalhos futuros sugere-se a utilização e outras modelagens estatísticas *fuzzy*, permitindo a análise de valores discrepantes presentes nos extremos amostrais, solucionando uma limitação do método Qui-Quadrado e possivelmente permitindo a rejeição de algumas das hipóteses testadas.

REFERÊNCIAS

ELVIK, R. **The handbook of road safety measures**. Oxford: Elsevier, 2004.

EWING, R. Urban Sprawl as a risk factor in motor vehicle occupant and pedestrian fatalities. **American Journal of Public Health**, Washington, D.C,USA, v. 93, n. 9, p. 1541-1545, 2003.

GRZEGORZEWSKI, P.; JEDREJ, A. **Chi-square goodness-of-fit test for vague data**. Faculty of Math and Inform. Sci, Warsaw Institute of Technology Plac Politechniki, Warsaw, Poland, 2015.

JACOBSEN, P.L. Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling. **Injury Prevention**, V. 9, p. 205-209, 2003.

MEROM, D. Active commuting to school among NSW primary school children: implications for public health. **Health and Place**. v.12, p. 678-687, 2006.

MCDONALD, N.; YANG, Y.; ABBOTT, S.; BULLOCK, A. Impact of the safe routes to school program on walking and biking. **Transport Policy**. Eugene, OR, USA, v. 29, p. 243-248, 2013.

PASQUALI, L. **Teoria e métodos de medida em ciências do comportamento**. Laboratório de Pesquisa em Avaliação e Medida, Instituto de Psicologia da UnB: INEP. 432 p. Brasília, 1996.

ROMERO, V. Four dimensions of neighbourhood form related to children's walks to school. **State of Australian Cities National Conference**. v.8, n. 2005, 2011.

RUIZ-PADILLO, A.; TORIJA, A. J.; RAMOS-RIDAO, A; RUIZ, D. P. Application of the fuzzy analytic hierarchy process in multi-criteria decision in noise action plans: Prioritizing road stretches. **Environmental Modelling & Software**, v. 81, p. 45-55, 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO Press. **Relatório global sobre o estado da segurança viária**. Genebra, 2015.