



"ABENGE 50 ANOS: DESAFIOS DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA"

18 a 20 de setembro  
Rio de Janeiro-RJ



51º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia  
VI Simpósio Internacional de Educação em Engenharia

## A UTILIZAÇÃO DO GEORREFERENCIAMENTO E DO COEFICIENTE DE PEARSON PARA ANALISAR A CORRELAÇÃO ENTRE ACIDENTES DE TRÂNSITO E CRUZAMENTOS DE VIAS SEMAFORIZADAS DO CENTRO DO RIO DE JANEIRO

DOI: 10.37702/2175-957X.COBIENGE.2023.4129

Jaqueleine Maria Ribeiro Vieira - jaqueline.cefetrj@gmail.com  
Cefet RJ

Gisele Maria Ribeiro Vieira - gisele.vieira25@gmail.com  
CEFET RJ

**Resumo:** O presente artigo apresenta o estudo da correlação entre acidentes de trânsito e o cruzamento de vias semafORIZADAS nos bairros do Centro da cidade do Rio de Janeiro, feita através de dados georreferenciados e com o objetivo de dimensionar o fluxo de veículos nas vias destes bairros. É utilizado o Coeficiente de Pearson, como uma forma de avaliar o problema, que aplicado em dados de acidentes e de cruzamentos apresenta importantes informações quanto a intensidade dessa correlação. O referido bairro é um dos bairros com maior fluxo de veículos e possui 724 cruzamentos semafORIZADOS. A principal justificativa deste estudo se deve ao alto índice de vítimas fatais de acidentes de trânsito na região e ao fato de não existir dados específicos de fluxo de veículos nestes bairros estudados. A metodologia adotada pode contribuir com subsídios para uma melhor compreensão do problema, podendo ser aplicada em outros bairros onde também não exista este tipo de informação.

**Palavras-chave:** SIG, Acidentes de trânsito, fluxo de veículos, coeficiente de Pearson.

Realização:



Organização:





# A UTILIZAÇÃO DO GEORREFERENCIAMENTO E DO COEFICIENTE DE PEARSON PARA ANALISAR A CORRELAÇÃO ENTRE ACIDENTES DE TRÂNSITO E CRUZAMENTOS DE VIAS SEMAFORIZADAS DO CENTRO DO RIO DE JANEIRO

## 1 INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta uma proposta para o ensino em engenharia baseada na técnica de aprendizagem guiada por problemas. Tal técnica permite uma maior motivação e participação dos alunos, uma vez que são chamados a cooperar e a construir o conhecimento à medida que problemas reais são abordados, auxiliando na construção de uma base capaz de proporcionar condições de sedimentação do conhecimento. Nesse sentido, optou-se por um tema bastante significativo, envolvendo acidentes de trânsito. Por meio de um problema real, o aluno comprehende o significado do coeficiente de Pearson, muito utilizado na formação do aluno de engenharia e, mais do que isso, entende a importância do planejamento, que no contexto do problema apresentado pode salvar vidas. O estudo desse tipo de problema pode ser realizado em grupos de trabalho, onde cada grupo pode tratar de um cruzamento diferente de vias semafORIZADAS, que correspondem a desafios. Para a confirmação da eficácia do projeto, após o estudo, os grupos devem apresentar suas análises, conclusões e esclarecer os possíveis questionamentos da turma.

Mais de 1,2 milhão de pessoas morrem todo ano, vítimas de acidentes de trânsito no mundo. Mais de noventa por cento destas mortes ocorrem em países de renda média e baixa, BACCHIERI (2011). Segundo o relatório da Organização das Nações Unidas, as mortes por acidentes de trânsito são a maior causa de morte na população entre 15 e 29 anos e será a quinta maior causa de morte no mundo em 2030, considerando todas as idades, WHO (2009). Este relatório também apresenta o Brasil como o quinto país com maior número de acidentes de trânsito no mundo. De acordo com os dados divulgados pelo Observatório Nacional de Segurança Viária (ONSV), em 2012 a região sudeste teve 16.133 vítimas fatais sendo que São Paulo lidera esta lista com mais de 7.200 pessoas tendo perdido a vida em acidentes de trânsito. O Rio de Janeiro vem em seguida com mais de 6.000 mortes neste ano.

Os fatores que influenciam a ocorrência de acidentes são fatores humanos, viário-ambientais e veiculares. Segundo GOLD (1998), os fatores contribuintes para os acidentes são relativos ao condutor, ao veículo, a via, ao meio ambiente, ao ambiente construído e fatores institucionais ou sociais.

ALMEIDA (2011) relata que o fator humano diz respeito ao comportamento, à educação, incluindo a educação no trânsito, a habilidade na condução do veículo, bem como as condições físicas e psicológicas do indivíduo. No caso das condições físicas, podem ser considerados o cansaço e o consumo de álcool, entre outras.

A necessidade de realização de estudos científicos sobre esse tema, também se deve ao fato relatado pela Organização Mundial da Saúde, OMS (2009), que informa sobre o elevado número de acidentes de trânsito no Brasil e no mundo, numa época em que a tecnologia fornece inúmeros recursos e está presente na vida da população condutora de veículos. Este relatório revela a necessidade deste tipo de estudo visando o melhor conhecimento do problema para a contribuição, principalmente, na redução do número de vidas perdidas nessas ocorrências.

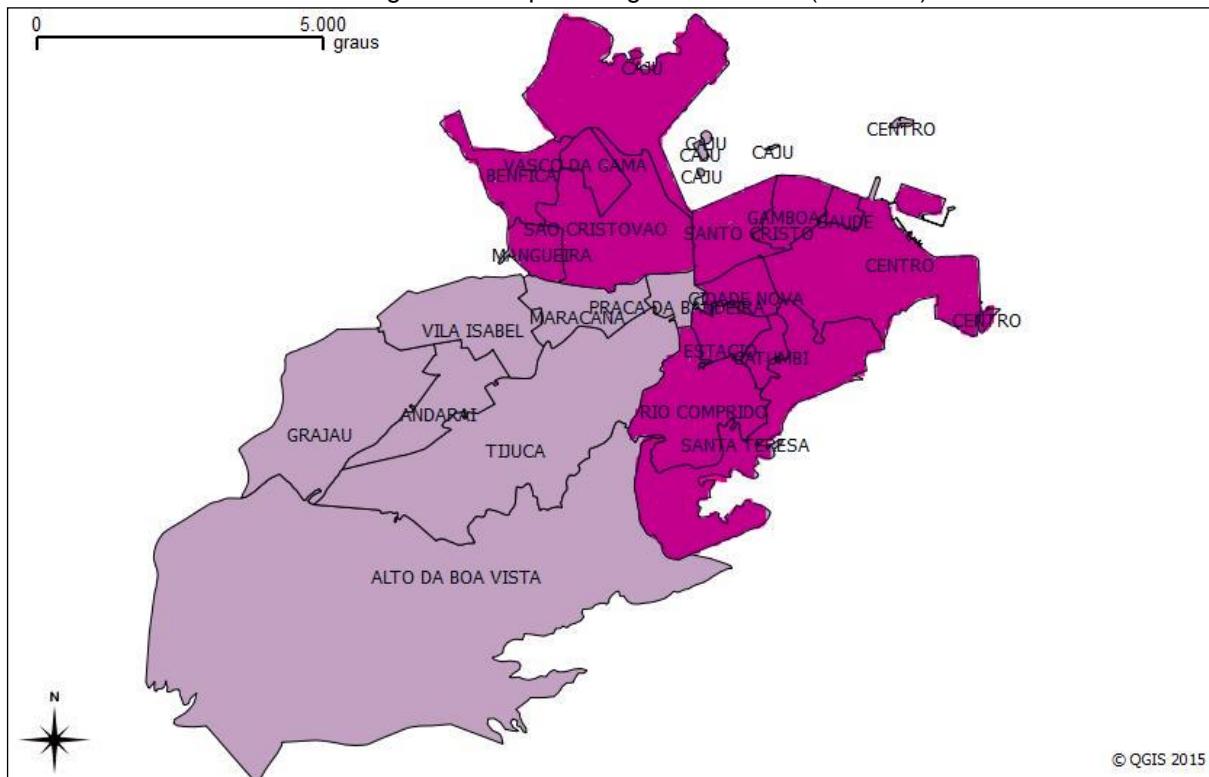
ROCHA (2015) apresentou em sua tese de doutorado, uma metodologia para a análise espacial de acidentes georreferenciados na cidade do Rio de Janeiro, utilizando alguns modelos de testes e documentou que o modelo de regressão múltipla apresentou os melhores resultados.

CLAUDE *et al.* (2013) propõe em seu trabalho o desenvolvimento de um modelo de previsão de acidentes para interseções localizadas em vias arteriais urbanas de Taquatinga, Distrito Federal.

ROBLES *et al.* (2010) utilizou o Coeficiente de Pearson para avaliar a correlação entre os dados de acidentes de vinte cruzamentos da cidade de São Carlos, em São Paulo, e os dados da sinalização. O universo testado foi restrito a apenas 21 cruzamentos e ele avaliou a existência de uma correlação forte nos cruzamentos controlados por “PARE” e uma correlação média nos cruzamentos semaforizados.

No Rio de Janeiro não existe dados oficiais disponíveis que retratem o fluxo de veículos, por isso a importância do estudo de metodologias para essa representação, e nesse contexto, o presente trabalho se insere e se propõe avaliar a correlação entre o número de interseções semaforizadas em um grupo de 14 bairros adjacentes e o número de acidentes nestes locais. A hipótese considerada é de que é possível avaliar o fluxo de veículos nestes bairros através de seus respectivos números de cruzamentos semaforizados. A Figura 1 apresenta essa região de estudo.

Figura 1 – Mapa da região de estudo (Cor rosa)



Fonte: Programa QGIS 2015 e dados geográficos obtidos do Instituto Pereira Passos (IPP)

Os dados geográficos deste estudo foram obtidos através da base cartográfica do Instituto Pereira Passos (IPP) do ano de 1999 e os dados referentes aos acidentes foram obtidos através de Boletins de Registro de Acidentes de Trânsito (BRAT) do ano de 2011.



A Polícia Militar do Rio de Janeiro é a responsável por efetuar esse tipo de registro sempre que ocorrerem danos materiais e/ou danos físicos no acidente. Até o ano de 2011, o registro era efetuado no local do acidente, a partir do ano de 2012 os envolvidos em acidentes de trânsito passaram a ter opção de preencher os dados desse registro diretamente nas unidades da Polícia Militar e logo depois também se tornou possível fazer por meio eletrônico (eBRAT).

O software utilizado para representar e analisar os mapas de cruzamentos de vias é o freeware QGIS versão 2.10.1, disponibilizado pela comunidade QGIS do Brasil. A partir desta representação da região de estudo, é elaborada uma análise visual, através do serviço de pesquisa e visualização de mapas e imagens de satélites da web (Google Maps). Este serviço freeware é utilizado em conjunto com o QGIS, e esta utilização está representada na Figura 2 e Figura 3, que apresentam a operação manual de identificação de semáforos em um cruzamento, percorrendo as vias e identificando a presença de semáforos. A Figura 2 mostra como é possível identificar a presença exata do cruzamento e a Figura 3 apresenta a identificação do respectivo cruzamento no "Street View" do aplicativo Google Maps, onde é possível visualizar a presença de semáforo.

Figura 2 – Cruzamentos da Avenida Presidente Vargas representados pela marcação azul



Fonte: Aplicativo QGIS 2015 em conjunto com o Google Maps



Fonte: "Street View" do Aplicativo Google Maps

## 2 METODOLOGIA

A análise da correlação entre as vias semaforizadas e o número de acidentes de trânsito é efetuada com a utilização do coeficiente de Pearson, que fornece a medida do grau de relação linear entre duas variáveis quantitativas e indica a força e a direção do relacionamento linear entre duas variáveis. O coeficiente de Pearson ( $r$ ) varia de -1 a 1 e o sinal indica a direção positiva do relacionamento e o valor sugere a força da relação entre as variáveis, sua fórmula está representada pela Equação (1). Uma relação perfeita tem o valor de -1 ou 1 e o valor zero indica a ausência de relação linear entre as variáveis.

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\left(\sum (x_i - \bar{x})^2\right)\left(\sum (y_i - \bar{y})^2\right)}} \quad (1)$$

Como os valores extremos nem sempre são encontrados, o importante é avaliar a interpretação da magnitude destes coeficientes. Valores encontrados entre 0.10 e 0.29 podem ser considerados pequenos, já valores entre 0.30 e 0.49 podem ser considerados como médios e valores entre 0.50 e 1 podem ser interpretados como grandes, COHEN (1998).

## 3 APLICAÇÃO E RESULTADOS

Pode ser observado na Tabela 1 que esta pesquisa tomou como base os dados de 2.330 cruzamentos de 14 bairros da região central do Rio de Janeiro, dos quais 506 são controlados por semáforos. Os dados de acidentes de trânsito se referem ao ano de 2011 e foram levantados por meio de Boletins de Ocorrência registrados pela Polícia Militar na região. Os tipos de acidentes considerados são: Atropelamentos, Colisões com vítima e Colisões sem vítimas. Os dados referentes a atropelamentos foram considerados



primeiramente por se tratar de um percentual pequeno e em segundo lugar por ser utilizado por alguns policiais para registrar colisões entre automóveis e motocicletas. Não foram contabilizados semáforos exclusivos para travessia de pedestres por fugir do objetivo da análise.

Tabela 1 – Dados referente aos 14 bairros estudados

BAIRROS	CRUZAMENTOS	CRUZ. SEMAFORIZADOS	ACIDENTES	% CRUZ. SEMAF.	CRUZ CORRIG
BENFICA	155	32	603	20,65%	120
CAJU	137	8	197	5,84%	110
CATUMBI	80	18	119	22,50%	72
CENTRO	724	270	4806	37,29%	640
CIDADE NOVA	132	21	609	15,91%	120
ESTACIO	91	16	295	17,58%	80
GAMBOA	109	7	277	6,42%	98
MANGUEIRA	75	6	121	8,00%	61
MARACANA	113	19	1100	16,81%	99
RIO COMPRIDO	185	46	706	24,86%	169
SANTA TERESA	280	5	229	1,79%	235
SANTO CRISTO	139	28	929	20,14%	105
SAUDE	42	12	217	28,57%	36
VASCO DA GAMA	68	18	169	26,47%	55
<b>TOTAL</b>	<b>2330</b>	<b>506</b>	<b>10377</b>	<b>0,2171674</b>	<b>2000</b>

Fonte: Polícia Militar do Rio de Janeiro (2011)

Os dados da tabela acima são utilizados pelo programa QGIS, que fornece diversas ferramentas para gerar análises relevantes, como o exemplo do bairro Centro do Rio de Janeiro, onde é possível observar na Figura 5 que 90% dos 4.806 acidentes ocorreram na Avenida Presidente Vargas, que tem 46 cruzamentos semafORIZADOS, representados com a marcação vermelha.



Figura 4 – A marcação em vermelho representa os acidentes no bairro do Centro do RJ,  
a marcação azul representa os respectivos cruzamentos



Fonte: Software QGIS em conjunto com o Google Maps

A Avenida Presidente Vargas é uma via de grande importância no Centro do Rio de Janeiro e seus 46 semáforos são indicadores do fluxo de veículos que transitam por ela. É a principal via de acesso ao Centro do Rio para quem chega de qualquer ponto da metrópole.

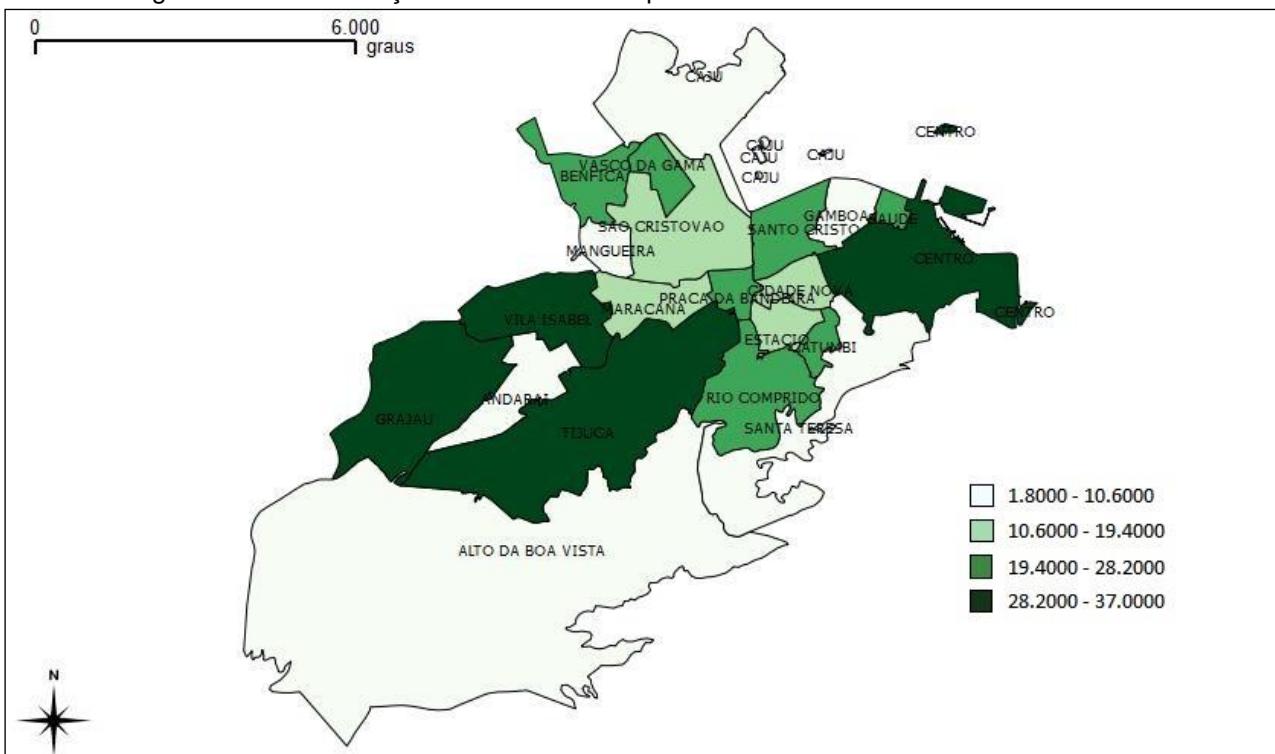
A partir dos dados apresentados na Tabela 1 é efetuado o cálculo do Coeficiente de Pearson para a avaliação da correlação entre os cruzamentos semaforizados e o número de acidentes. O valor obtido de 0,978822 (Coeficiente de Pearson 1 da Tabela 1) apresenta um indicativo da existência de uma forte correlação entre os dados, pois quanto mais próximo da unidade, maior é a indicação de uma dependência estática entre esses dados. Isso representa que quanto maior o número de cruzamentos semaforizados, maior o número de acidentes e maior a indicação de alto fluxo de veículos na região.

O presente estudo realiza uma segunda análise através do Coeficiente de Pearson. Esta segunda análise tem o objetivo de avaliar a correlação entre o número de acidentes e a proporção de cruzamentos semaforizados. O valor encontrado é 0,58481 (Coeficiente de Pearson 2 da Tabela 1) e indica uma relação de média para forte segundo COHEN (1998). Esse valor é influenciado por algumas realidades específicas que fogem do que se quer provar neste trabalho. O exemplo disso é o fato de alguns bairros com baixo percentual de semáforos apresentarem um alto índice de acidentes, como o caso de Santa Teresa com apenas 1,79% de cruzamentos semaforizados e com o total de 229 acidentes. Da mesma forma, outros bairros com alto percentual de semáforos, como o caso do bairro Saúde com 28,57% cruzamentos semaforizados, apresenta apenas 218 acidentes. A quantidade de acidentes do bairro Saúde é considerada baixa para o respectivo percentual de cruzamentos semaforizados.

Com o objetivo de fortalecer as conclusões do estudo, feito através do coeficiente de Pearson, foi elaborada uma análise utilizando a classificações por intervalos iguais que está

indicada na Figura 5. Em todas as aplicações desta classificação são utilizadas quatro classes, com o objetivo de agrupar bairros com características semelhantes e poder comparar estas regiões. A Figura 5 apresenta a classificação destes bairros estudados, em relação ao percentual de cruzamentos com semáforos, onde pode ser observado que o bairro Centro possui o maior percentual de cruzamentos semaforizados.

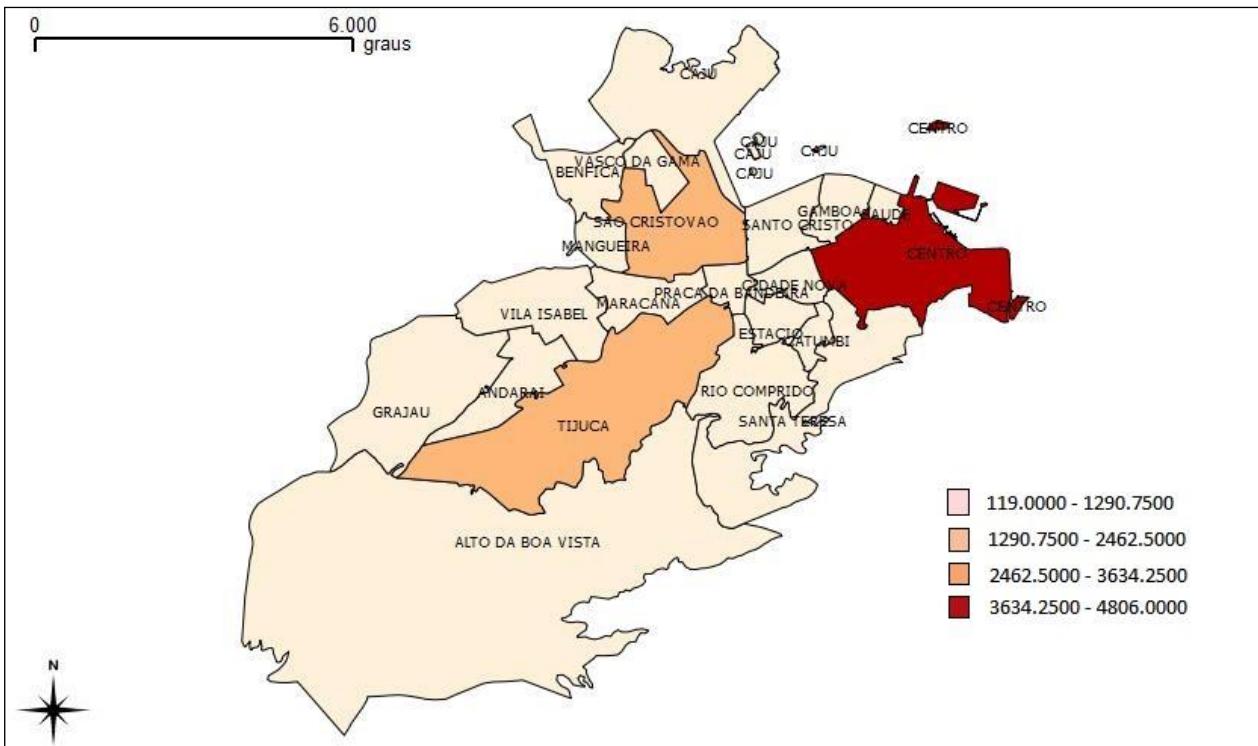
Figura 5 – A classificação de acordo com o percentual de cruzamentos semaforizados



Fonte: Programa QGIS 2015 e dados geográficos obtidos do Instituto Pereira Passos (IPP)

A Figura 6 apresenta a classificação dos bairros em relação ao número de acidentes, podendo ser observado que no bairro Centro ocorre o maior número de acidentes. A Figura 5 apresenta o Centro no grupo de bairros com maior percentual de cruzamentos semaforizados. Esses dois fatos contribuem muito para a comprovação da hipótese apresentada neste trabalho.

**Figura 6 –** A classificação de acordo com o número de acidentes nos bairros



Fonte: Programa QGIS 2015 e dados geográficos obtidos do Instituto Pereira Passos (IPP)

É importante considerar o risco que cada indivíduo está sujeito, a partir do momento em que decide transitar de um local para outro, tanto a pé quanto por meio de veículo para deslocamento. Esta exposição pode ser definida como a taxa de contato com um potencial agente ou evento perigoso, sendo a exposição de um pedestre ou um veículo, a taxa de contato destes com uma potencial situação envolvendo veículos, RAFORD (2003).

O tempo gasto no trânsito costuma ser conhecido pelos especialistas em segurança viária como indicador de exposição ao risco, LASSARE *et al.* (2012b). Em relação aos pedestres, o tempo de exposição pode ser definido como tempo gasto pelo mesmo para atravessar uma determinada via de determinada largura com uma determinada velocidade de caminhada, considerando que o pedestre estaria em risco somente no momento de contato com uma via com fluxo de veículos. A tendência é que em locais onde as pessoas estejam mais expostas ao risco, ocorram mais acidentes, ROCHA (2015). Da mesma forma que com pedestres, o indicador de exposição ao risco em relação aos automóveis pode ser definido como o tempo gasto para se deslocar entre dois pontos, que dependendo da distância a ser percorrida, da velocidade utilizada e do movimento de veículos e/ou de pedestres no caminho, pode ser maior ou menor. Este fator está ligado ao tempo de duração do deslocamento em conjunto principalmente com o fluxo de veículos, pois pode ocorrer maior risco quando se percorre uma longa distância em um percurso de alto fluxo.

## 4 CONCLUSÕES

Este artigo apresentou uma proposta para o ensino em Engenharia baseado na técnica de aprendizagem guiada por problemas, utilizando um tema de grande evidência para aplicação do coeficiente de Pearson. Tal proposta se mostra adequada à uma



abordagem da educação no contexto da pós-modernidade onde a interação é a chave para a adaptação do indivíduo ao contexto social e profissional do mundo moderno.

A metodologia proposta neste trabalho confirma a hipótese de que o número de acidentes está relacionado com a quantidade de cruzamentos semaforizados que caracterizam um intenso fluxo de veículos. A utilização do Coeficiente de Pearson entre a quantidade de acidentes nestes bairros e a quantidade de cruzamentos semaforizados tem o valor próximo da unidade, o que demonstra a existência de uma forte relação entre esses dados.

A segunda análise feita com a utilização do coeficiente de Pearson entre o percentual de cruzamentos semaforizados e o número de acidentes têm como resultado o valor de 0,58481 (Coeficiente de Pearson 2 da Tabela 1), que indica uma correlação de média para forte. A partir das análises apresentadas foi possível confirmar a relação de bairros com alto índice de cruzamentos semaforizados com o alto índice de acidentes na caracterização de grande fluxo de veículos, hipótese deste trabalho.

Sugere-se, para novas pesquisas, que sejam considerados dados demográficos e comerciais para a caracterização do fluxo de veículos nestes bairros do Rio de Janeiro. Além disso seria também importante utilizar o Coeficiente de Correlação de Spearman para testar as correlações e fazer um comparativo com o Coeficiente de Pearson. Outra consideração importante a ser incluída seria a utilização de dados de acidentes referentes a outros anos e por fim, testar a metodologia apresentada em outros bairros do Rio de Janeiro e de outros estados.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R.L.F. **Epidemiologia dos acidentes de trânsito em Fortaleza no período de 2004 a 2008.** Tese de doutorado. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.
- BACCHIERI, G. **Acidentes de trânsito no Brasil de 1998 a 2010**, Revista de Saúde Pública, São Paulo, 2011.
- CLAUDE, G. et al. Modelos de previsão de acidentes de trânsito para interseções de vias arteriais urbanas – o caso de Taguatinga/DF. Universidade de Brasília. DF, 2013.
- GOLD, P.A. **Segurança de trânsito: aplicação de engenharia para reduzir acidentes.** Banco Interamericano de Desenvolvimento, Washington, 1998.
- LASSARE, S., BONNET, E., BODIN, F., PAPADIMITRIOU, E., A GIS-based methodology for identifying pedestrians' crossing patterns. Computers, Environment an Urban Systems, v. 36, pp. 321-330, 2012b.
- ROBLES, D.G. et al. **Estudo da correlação entre conflitos e acidentes usando a técnica sueca de análise de conflitos de tráfego.** XVI Panam, July 15-18. Lisboa, Portugal, 2010.
- ROCHA, M.M. **Tese de doutorado.** Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2015.
- WHO. **Global Status Report on road safety: time for action**, World Health Organization, Genebra, 2009.



## THE USE OF GEOREFERENCING AND PEARSON'S COEFFICIENT TO ANALYZE THE CORRELATION BETWEEN TRAFFIC ACCIDENTS AND TRAFFIC LIGHT CROSSINGS IN RIO DE JANEIRO

**Abstract:** The present article presents the study of the correlation between traffic accidents and the crossing of traffic lights in the neighborhoods of the city center of Rio de Janeiro, made through georeferenced data and with the objective of dimensioning the flow of vehicles in the streets of these neighborhoods. Pearson's Coefficient is used as a way of evaluating the problem, which, when applied to data from accidents and intersections, provides important information regarding the intensity of this correlation. This neighborhood is one of the neighborhoods with the highest flow of vehicles and has 724 traffic light intersections. The main justification for this study is due to the high rate of fatal victims of traffic accidents in the region and the fact that there is no specific data on the flow of vehicles in these studied neighborhoods. The methodology adopted can contribute with subsidies for a better understanding of the problem and can be applied in other neighborhoods where this type of information also does not exist.

**Keywords:** GIS, Traffic accidents, vehicle flow, Pearson's coefficient.