

# CONSTRUÇÃO DE MODELOS LINEARES GENERALIZADOS PARA ANÁLISES DE SEGURANÇA VIÁRIA UTILIZANDO O APLICATIVO ESTATÍSTICO R

**Davi Sales Barreira**

**Flávio José Cunto Craveiro**

Universidade Federal do Ceará

Departamento de Engenharia de Transportes

## RESUMO

O fator segurança deve ser levado em consideração nas intervenções realizadas no sistema viário, entretanto o estabelecimento do critério com base nos acidentes de trânsito não é facilmente obtido por sua natureza aleatória. Uma abordagem possível é a criação de modelos estatísticos que prevêm o número de acidentes em entidades viárias em um intervalo de tempo. Os modelos lineares generalizados são considerados plataformas promissoras nesse contexto uma vez que é possível o relaxamento da suposição da normalidade dos erros, tornando a modelagem mais compatível com a natureza dos acidentes. O objetivo deste trabalho é descrever a metodologia para desenvolver modelos de previsão de acidentes com estrutura linear generalizada utilizando o *software* estatístico R. Os modelos obtidos em uma aplicação para interseções comprovam eficiência da ferramenta na estimação de parâmetros e escolha do modelo, apontando modelos significativos que relacionam o número de acidentes com variáveis operacionais e geométricas das interseções analisadas.

## 1.INTRODUÇÃO

Para se avaliar a segurança de uma intervenção no sistema viário, usa-se número de acidentes em um intervalo de tempo. Como acidentes de trânsito são eventos raros de elevada dispersão, o uso de modelos multivariados pode ajudar na identificação e compreensão dos fatores que mais influenciam na ocorrência desses eventos. Há duas décadas, diversas pesquisas vêm sendo feitas visando à estimação dessa variável através do uso de modelos estatísticos de regressão que relacionam o número observado de acidentes de trânsito com atributos geométricos e de operação da via, conhecidos como Modelos de Previsão de Acidentes (MPA) (Hauer *et al.*, 1988). Nestes casos, as técnicas de modelagem linear generalizada são consideradas plataformas adequadas para o desenvolvimento de modelos mais robustos, uma vez que é possível o relaxamento da suposição a respeito da normalidade dos erros necessária nos estudos que utilizam a frequência dos acidentes de trânsito nos modelos de regressão linear (Cardoso e Goldner, 2007).

## 2.OBJETIVO DO TRABALHO

O objetivo deste trabalho é descrever a metodologia para desenvolver modelos de previsão de acidentes com estrutura linear generalizada utilizando o *software* estatístico R, com ênfase na importação e preparação dos dados, estrutura do modelo, possibilidade de alterações no tipo de erro a ser assumido e ferramentas para determinação do melhor modelo, servindo assim como base para a geração de outros modelos no futuro.

## 3.MÉTODO UTILIZADO

Modelos lineares generalizados relacionam a variável dependente com uma ou mais variáveis preditoras por meio de uma função de ligação. Nos Modelos de Previsão de Acidentes (MPA) a alta dispersão observada nos acidentes de trânsito implica, na maioria dos casos, no desenvolvimento de modelos com a distribuição dos erros assumindo Poisson ou Poisson-Gama (Binomial Negativa) (Hauer, 2004). Os modelos lineares generalizados se mostram eficazes na representação desse fenômeno uma vez que sua estrutura permite a suposição de distribuições estatísticas diferentes da distribuição normal.

Escolhido o tipo de distribuição dos erros, deve-se definir as variáveis preditoras do modelo. Para os MPA essas variáveis são basicamente aquelas que refletem a exposição dos usuários ao risco de colisões, como fluxo veicular e variáveis geométricas e operacionais como largura da via, presença de canteiro central, etc. (Cardoso e Goldner, 2007). A próxima etapa é a escolha da estrutura matemática do modelo. A expressão geral mais comum para os MPA encontrada na literatura pode ser expressa por (Hauer *et al.*, 1988):

$$Y = \alpha [\prod_i (A_i)^{\beta_i}] \cdot e^{\sum_j (\gamma_j B_j)} \quad (1)$$

em que Y é número esperado de acidentes em um intervalo de tempo, A e B são vetores de variáveis preditoras e  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  são vetores de coeficientes do modelo.

Os parâmetros dos modelos são estimados pelo método da máxima verossimilhança com o auxílio de ferramentas estatísticas. Nesse trabalho optou-se em utilizar o aplicativo estatístico R versão 2.13.0 (R, 2011). O R é um *software* livre o qual possui um grande número de pacotes de funções que podem ser acessadas via internet como o MASS (para modelagem supondo binomial negativa) e o RODBC (para importação de dados de planilhas do Excel). Os dados a serem utilizados foram armazenados em uma planilha no formato .xls e exportadas para o R. Utilizando a função *glm()* e *glm.nb()*, realiza-se a modelagem assumindo Poisson e Binomial Negativa respectivamente. A função *summary()* apresenta os parâmetros do modelos e alguns indicadores da adequação do mesmo, como o *Akaike Information Criterion* (AIC), desvio escalonado e parâmetro de dispersão( $\phi$ ). Outros indicadores como o gráfico de resíduos acumulados não são disponibilizados de forma direta pelo aplicativo e, portanto, devem ser obtidos com manipulação dos dados ou outros aplicativos.

#### 4. PRINCIPAIS RESULTADOS E CONCLUSÕES

A utilidade da ferramenta R foi explorada com o desenvolvimento de MPA para estimar os acidentes de trânsito em uma amostra de 101 interseções semaforizadas. A premissa da distribuição dos erros Binomial Negativa ( $\sigma_d=1,04$ ) se mostrou mais adequada do que Poisson ( $\sigma_d=3,92$ ). Todas as variáveis escolhidas para estimar os acidentes se mostraram significativas ( $\alpha=0,05$ ). Dentre os modelos propostos, a modelagem com o fluxo médio diário e número de faixas foi escolhido por seu relativamente baixo AIC, gráfico de resíduos acumulados e por sua simplicidade. Os MPA produzidos apresentaram resultados satisfatórios e o aplicativo R se mostrou adequado na estimação de seus parâmetros, produzindo modelos com bom poder de previsão. Assim, espera-se que a metodologia apresentada para o desenvolvimento de modelos lineares generalizados sirva para futuras aplicações em engenharia de transportes que não se restrinjam somente à área de segurança viária.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cardoso, G., Goldner, L. (2007) Desenvolvimento e aplicação de modelos para previsão de acidentes de trânsito. Transportes, v.XV, p.43-51.
- Hauer, E. (2004) Statistical Road Safety Modeling. *TRR: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1897, TRB, National Research Council, Washington, D.C., p. 81-87.
- Hauer, E., Ng Jerry, C.N., Lovell, J. (1988) Estimation of safety at signalized intersections. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1185, TRB, National Research Council, Washington, D.C., p. 48-61.
- R. (2001). *An Introduction to R. Notes on R: A Programming Enviroment for Data Analysis and Graphics*.

---

Flávio José Craveiro Cunto ([flaviocunto@det.ufc.br](mailto:flaviocunto@det.ufc.br)) e Davi Sales Barreira ([davibar1@gmail.com](mailto:davibar1@gmail.com)). Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará. Campus do PICI, s/n – Bloco 703 – CEP. 60455-760 – Fortaleza, CE, Brasil.