

# PROCEDIMENTO PARA AUDITORIA DE SEGURANÇA VIÁRIA INCLUINDO AVALIAÇÕES EM AMBIENTES VIRTUAIS

**Rogério Lemos Ribeiro**

**Michelle Andrade**

Universidade de Brasília

Programa de Pós-Graduação em Transportes

## RESUMO

O uso de técnicas de auditoria de segurança viária com análises em ambientes virtuais (ASV-AV) ainda é incipiente, tanto em nível nacional quanto em nível internacional. Ademais, alguns modelos que consideram tais tecnologias a utilizam como uma substituição total à análise tradicional. O objetivo principal deste trabalho é propor um procedimento abrangente de ASV-AV, levando em consideração tanto a análise de técnicos especialistas em segurança viária quanto análises de percepção e comportamento de usuários condutores. Para isso, propõe-se a construção e teste de um método que empregue o uso de novas tecnologias, como os óculos de realidade virtual e simulador de direção realístico. Almeja-se que essa proposta contribua, ainda, para a definição de subsídios técnicos para a elaboração do ordenamento legal antes da implantação de novos projetos e modificação de projetos existentes.

## 1. INTRODUÇÃO

As abordagens tradicionais para melhorar a segurança das rodovias são tipicamente focadas de formas isoladas: a construção de veículos mais seguros e resistentes aos acidentes, o aperfeiçoamento da engenharia rodoviária para melhorar os dispositivos de controle de tráfego e geometria da rodovia e programas de educação destinados a assegurar que motoristas tenham atitudes adequadas em relação à velocidade (Charlton et al., 2002). A compreensão da influência dos fatores humanos na acidentalidade viária está relacionada com a possibilidade de reduzir as probabilidades e consequências de erros humanos, e por via de consequência, os acidentes e mortes resultantes desses erros, a partir da elaboração de projetos de sistemas que respeitem as características humanas e suas limitações (AASHTO, 2010).

Sabe-se que erros cometidos por condutores influenciam significativamente para a ocorrência de acidentes. A exemplo, cita-se o erro de avaliação do motorista em relação a velocidades de aproximação de trechos em curva. Estatísticas de acidentes mostram que cerca de 90% das colisões rodoviárias são causadas por erros dos motoristas (Easa e He, 2006). Pesquisas indicam ainda que, 30% dos acidentes fatais e 12% do total de acidentes, têm relação direta ou indireta com a velocidade (Yang et al., 2006; *apud* Chai et al., 2013) indicando haver um forte relacionamento entre a consistência do projeto e a segurança rodoviária. Dados recentes de IRTAD (2018) confirmam que a velocidade inadequada é responsável por 20 a 30% de todos os acidentes fatais.

A forma mais eficiente de tratar a problemática da segurança viária, sem desperdiçar os escassos recursos disponíveis, se dá por meio de um programa abrangente de gerenciamento da segurança viária. Frequentemente, as intervenções para melhoria das condições de segurança de uma via seriam menos onerosas se fossem realizadas nos estágios iniciais de elaboração dos projetos viários (Nodari, 2003). Um projeto submetido às técnicas de Auditoria de Segurança Viária, ASV, faz com que as chances de mitigação de futuros acidentes sejam maiores, reduzindo assim os custos com tentativas malsucedidas. A ASV e o gerenciamento de velocidade são considerados dois novos conceitos importantes para melhorar a segurança nas rodovias. No entanto, poucos procedimentos de ASV se integraram aos conceitos de gerenciamento de velocidade (Zhong, 2010). Nesse contexto, torna-se essencial a criação de

procedimentos sistemáticos para a avaliação da segurança viária de maneira proativa, seja no nível de planejamento estratégico ou de operação do tráfego. Destaca-se ainda que o princípio subjacente para uma estratégia de avaliação de segurança mais eficaz é ser capaz de introduzir procedimentos eficazes para a avaliação da segurança do trânsito no curto prazo.

Diante do exposto, o objetivo principal deste trabalho é propor um procedimento de Auditoria de Segurança Viária (ASV) que inclui, de modo complementar, avaliações em ambientes virtuais. Para atingir o objetivo geral da tese, os seguintes objetivos específicos que devem ser alcançados, são: i) definir o *check list* para inspeção em campo; ii) definir o *check list* para inspeção a partir de óculos de realidade virtual (ORV); iii) definir um procedimento para analisar a consistência do projeto da via, medida através da variação da velocidade praticada em ambiente virtual (medidas obtidas em simulador de direção realístico). Cabe ressaltar a importância e oportunidade de explorar novas tecnologias sem prejuízo da qualidade ao complementar uma Auditoria de Segurança Viária tradicional.

### **1.1. Justificativa**

A Auditoria de Segurança Viária é um procedimento que viabiliza a correção de erros ou de elementos que causem risco de acidentes em vias existentes ou em projetos rodoviários, antes que os acidentes ocorram. Com os avanços tecnológicos, que incluem a realidade virtual, e tendo em vista o aprimoramento de metodologias consolidadas, abre-se a oportunidade para investigações de ASV associado a elementos de ambiente virtual. Dentre os ganhos possíveis com o uso combinado dessas tecnologias, destaca-se a oportunidade de revisar, por meio de visita virtual, algum aspecto não observado *in loco*, ou que tenha gerado dúvida na equipe, sem necessidade de deslocamentos adicionais, bem como a exposição desnecessária dos técnicos no ambiente rodoviário; a possibilidade de gerar cenários virtuais alternativos para avaliação de soluções, bem como o uso desses cenários para obter junto à usuários sua percepção de risco e assim enriquecer as informações da equipe de auditoria, dentre outros.

A literatura nos mostra que o uso de técnicas de ASV com análises em ambientes virtuais ainda é incipiente, tanto em nível internacional quanto nacional. Ademais, modelos que consideram a utilização de tais tecnologias, como o estudo de Santiago-Chaparro *et al.* (2011), a propõem como substituição à análise tradicional. Porém, nota-se que alguns elementos verificados em uma auditoria *in loco* não podem ser substituídos totalmente por análises virtuais. Ressalta-se ainda que nas análises tradicionais de ASV, embora vários elementos de projetos sejam avaliados, a análise combinada dos alinhamentos horizontal e vertical que afetam diretamente a consistência geométrica do projeto, não é avaliado, ou seja, a avaliação explícita da consistência do projeto não faz parte do método tradicional de ASV.

Para efeito final, nas proposições de medidas mitigadoras, a utilização de resultados de percepção de usuários quanto às condições de segurança da via obtidos por meio de experiência em ambiente virtual, pode auxiliar os técnicos quanto às tomadas de decisões eventualmente conflitantes. Frente ao exposto, observa-se a relevância da proposição de um procedimento que procure explorar a ASV em ambientes virtuais de modo complementar ao processo tradicional que prevê inspeções *in loco*.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

A Auditoria de Segurança Viária é um exame formal de desempenho de segurança viária para uma nova rodovia ou de uma rodovia existente, em que uma equipe independente, qualificada

e multidisciplinar, através de um processo formal usando um procedimento definido, informa sobre o potencial de acidentes e o desempenho de segurança viária (AUSTROADS, 2009). Na ASV é avaliado e divulgado qualitativamente os possíveis problemas de segurança rodoviária e identifica oportunidades para melhorias de segurança para todos usuários da estrada (DOT, 2014). As ASV são um processo sistemático para verificar a segurança de novos esquemas de gestão rodoviária e de trânsito. O objetivo principal é minimizar os problemas de segurança desde o início. As ASV são frequentemente incluídas durante as fases de projeto, criação e manutenção de projetos rodoviários. Tanto o Reino Unido quanto a Austrália lideram na realização de auditorias, embora agora estejam se tornando mais comuns em todo o mundo. As auditorias considerando o comportamento dos usuários constituem uma novidade, podendo elas avaliar as reações e o comportamento de motoristas para um novo trecho viário, ou aplicar listas de verificação de fatores humanos especialmente construídos para avaliar o comportamento provável do condutor (Regan *et al.*, 2009).

Uma maneira de os engenheiros entenderem como um projeto irá influenciar o comportamento dos usuários e a consistência do projeto é utilizar técnicas de Auditoria de Segurança Viária em Ambiente Virtual – ASV-AV (em inglês “*Virtual Road Safety Audit – VRSA*”). Assim, para prever o comportamento dos usuários em uma via, os engenheiros podem entender como um projeto influencia o desempenho dos usuários reais em vez de utilizar apenas o conhecimento especializado (Santiago-Chaparro *et al.*, 2011). Santiago-Chaparro *et al.*, (2011) explicam que o primeiro passo em uma Auditoria de Segurança Viária em um ambiente virtual é avaliar se os efeitos de segurança de um aspecto específico (ou elemento da via) podem ou não ser testados em um simulador de direção. Se não puderem ser testados, é mais apropriado o uso da ASV tradicional. Porém, se a ASV usando, por exemplo, um simulador de condução for uma opção viável, o experimento é conduzido, os dados são coletados das unidades e o conhecimento especializado é usado para identificar as medidas de desempenho que podem ser usadas como indicadores de segurança de interesse definidos para análise.

A percepção do motorista das características da estrada é um fator humano importante que pode ser utilizado na análise da segurança do tráfego e da consistência do projeto. Essa concepção, quando possível, deve ser considerada no projeto viário. A percepção errônea do alinhamento da estrada pode comprometer a segurança do trânsito (Hassan e Easa, 2003), pois os motoristas podem manter uma velocidade maior ou menor do que a velocidade segura se o alinhamento da curva horizontal ou vertical for percebido equivocadamente.

### **3. MÉTODO DA PESQUISA**

Para que os objetivos sejam atingidos, o método proposto é constituído nas seguintes etapas:

- Revisão bibliográfica sobre o tema;
- Modelo conceitual (incluindo o teste de juízes);
- Definição do *check list* para ASV;
- Definição de *check list* para ASV-AV;
- Definição do trecho para estudo de campo;
- Levantamentos das características geométricas e operacionais de uma rodovia rural candidata a ASV-AV (velocidade da via, característica do tráfego, volume e porcentagem de veículos pesados na composição do tráfego, características físicas da via e do seu entorno);
- Filmagem de um trecho de rodovia a ser auditada, em dois momentos: período diurno e período noturno. Para isso será utilizada uma câmera que realiza filmagem em 360°.

- Aplicação do modelo proposto;
- Análise comparativa dos resultados obtidos pela Auditoria de Segurança Viária tradicional e pelo modelo proposto;
- Análise e tratamento dos dados.

#### 4. RESULTADOS ESPERADOS

Busca-se, com esse trabalho, aprimorar as pesquisas em Segurança Viária no país para promoção da segurança em projetos rodoviários, buscando a prevenção de ferimentos ou, pelo menos, reduzindo sua severidade caso ocorram. Também almeja-se contribuir com um novo método de ASV para que os órgãos fiscalizadores possam avaliar trechos viários em ambientes virtuais, contribuindo assim com subsídios técnicos para a elaboração do ordenamento legal antes da implantação de novos projetos e/ou modificação de projetos existentes.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO (2010). Highway Safety Manual- HSM. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (1a edição.). Washington DC, USA.
- AUSTROADS (2009) GUIDE TO ROAD SAFETY Part 6 : Road Safety Audit.
- BELLA, F., CALVI, A., e D'AMICO, F. (2014). Analysis of driver speeds under night driving conditions using a driving simulator. *Journal of Safety Research*, 49(February), 45–52. doi:10.1016/j.jsr.2014.02.007.
- CHAI, H., XIE, J., e ZHAO, X. L. (2013). Operating Speed Based Criteria for Design Consistency Evaluation on Motorways in China. *Applied Mechanics and Materials*, 361–363, 2092–2095. doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.361-363.2092.
- CHARLTON, S. G., ALLEY, B. D., BAAS, P. H., e NEWMAN, J. E. (2002). Human Factors Testing Issues in Road Safety. S. G. Charlton & T. G. O'Brien (Eds), *HANDBOOK OF HUMAN FACTORS TESTING AND EVALUATION* (second edi., p. 563). Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers, Mahwah, New Jersey. Obtido de [www.eBookstore.tandf.co.uk](http://www.eBookstore.tandf.co.uk).
- DOT (2014) Road Safety Audits (RSA). FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. Obtido 9 de novembro de 2017, de <https://safety.fhwa.dot.gov/rsa/> Road.
- EASA, S. M., e HE, W. (2006). Modeling Driver Visual Demand on Three-Dimensional Highway Alignments. *Journal of Transportation Engineering*, 132(5), 357–365. doi:10.1061/(ASCE)0733-947X(2006)132:5(357).
- HASSAN, Y., e EASA, S. M. (2003). Effect of Vertical Alignment on Driver Perception of Horizontal Curves. *Journal of Transportation Engineering*, 129(4), 399–407. doi:10.1061/(ASCE)0733-947X(2003)129:4(399)
- IRTAD (2018). Road Safety Annual Report 2018. International Traffic Safety Dat and Analysis Group. OECD/ITF. 73p. Obtido de [www.itf-oecd.org/road-safety-annual-report-2018](http://www.itf-oecd.org/road-safety-annual-report-2018).
- NODARI, C. T. (2003). Método de avaliação da segurança potencial de segmentos rodoviários rurais de pista simples. Tese de Doutorado. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Obtido de <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/3675>.
- SANTIAGO-CHAPARRO, K. R., DEAMICO, M., BILL, A., CHITTURI, M., e NOYCE, D. A. (2011). A Framework for conducting virtual road safety audits using driving simulators. *Advances in Transportation Studies an International Journal. Road Safety and Simulation, RSS2011. Special Issue*, 1-11.
- ZHONG, X. (2010). Applying safety audit and speed management concept in freeway project. *Proceedings - 2010 International Conference on Optoelectronics and Image Processing, ICOIP 2010*, 1(20), 292–297. doi:10.1109/ICOIP.2010.157.

---

Rogério Lemos Ribeiro (rogerio.ribeiro@ufu.br)

Michelle Andrade (michelleandrade@unb.br)

Laboratório de Transporte e Tráfego – LTT.

Programa de Pós-Graduação em Transportes, Universidade de Brasília.

Anexo SG-12, 1º andar, Campus Universitário Darcy Ribeiro - Asa Norte, Brasília - Distrito Federal, Brasil.