

## 3.9 DESENVOLVIMENTO DE MÉTODO ACESSÍVEL PARA AVALIAÇÃO DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA EM INTERSEÇÕES

FERREIRA, Raquel Cristina  
E-mail: raquelcrisfer@hotmail.com

MOTA, Samuel Augusto  
E-mail: saugusto.mota@gmail.com

MÜLLER, Samuel Baesso  
E-mail: samuel.muller.baesso@gmail.com

DELONGUI, Lucas  
E-mail: lucas.delongui@ufsm.br

RUIZ-PADILLO, Alejandro  
E-mail: alejandro.ruiz-padillo@ufsm.br

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

**RESUMO:** Devido à mudança do cenário econômico nacional, medidas de engenharia de baixo custo se tornam necessárias para a manutenção do sistema rodoviário. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta para avaliação da sinalização viária em pontos críticos através da junção de várias técnicas e métodos reportados na literatura,. Para construção da ferramenta proposta, foram utilizados métodos como a matriz de Leopold e painel de especialistas. Essas técnicas foram adaptadas ao propósito da ferramenta. A ferramenta proposta por este trabalho é uma alternativa acessível para a avaliação da sinalização viária em interseções.

**Palavras-chave:** Sinalização. Interseções. Matriz de Leopold. Análise multicritério.

**ABSTRACT:** Due to national economic changes, low-cost engineering measures become necessary for the maintenance of the road network. In this sense, the goal of this paper was to develop a tool for evaluating road signs at hotspots through the combination of several techniques and methods available in literature. Methods such as the Leopold matrix and expert panels were used for the construction of the tool. These techniques were adapted to the use required for the purpose of the tool. This tool is an accessible alternative for analysis of road signs at intersections.

**Keywords:** Road signs. Intersection. Leopold Matrix. Multicriteria Analysis.

### 3.9.1 Introdução

O aumento da frota de veículos, aliada à falta de investimentos em infraestrutura rodoviária torna as medidas de engenharia de baixo custo um fator de extrema importância para a garantia do conforto e segurança do usuário das rodovias. Segundo a Organização Mundial da Saúde (2009) anualmente 1,25 milhão de pessoas vem a óbito devido aos acidentes de trânsito no mundo. Por outro lado, no Brasil, de acordo com o Relatório de Pesquisa do IPEA (2015), 45 mil mortes são registradas por ano e 300 mil pessoas ficam com algum tipo de sequela devido a este tipo de acidentes, gerando um custo de 50 bilhões de reais por ano aos cofres públicos.

A partir de 2013 ocorreu uma mudança brusca no cenário econômico nacional, desde então, a economia brasileira encontra-se formalmente em recessão (BARBOSA, 2017). Devido a esse cenário, a construção e manutenção de vias encontram-se prejudicadas, pois em relação a outras necessidades, essa não é tida como uma prioridade pelo poder público.

Dada essa falta de investimentos na área de infraestrutura, deve-se procurar e aplicar soluções de baixo custo que considerem diretamente os pontos de maior risco de acidentes. Conforme Goldner e Peña (2011), as interseções são indispensáveis para a rede viária, porém, dado seu alto número de movimentos conflitantes, ocorre o aumento da probabilidade de acidentes nesses pontos, tornando-os pontos críticos da rede de transportes. Um dos itens que contribuem para maior conforto e segurança dos usuários da via é a sinalização, que se comparada com os demais itens da infraestrutura viária, tem um valor de implantação e manutenção muito menor, sendo uma medida de baixo custo (DNER, 1998a).

Nesse contexto, as medidas de baixo custo precisam ser bem orientadas para otimizar a eficiência dos investimentos. Portanto, o objetivo deste trabalho é elaborar um método de inspeção da sinalização viária como ferramenta prática de identificação das interseções como pontos críticos.

### 3.9.2 Sinalização Viária no Brasil

Para o desenvolvimento da ferramenta proposta foi necessária uma fundamentação técnico-teórica, baseada em manuais e artigos relacionados com a sinalização viária e métodos de análise que pudessem se adequar à ferramenta. Para a sinalização viária as principais referências utilizadas foram o Manual de Sinalização Viária (DNER, 1998b) e o Manual Brasileiro de Sinalização (CONTRAN, 2014).

De acordo com a pesquisa feita a partir dos manuais sobre sinalização viária, foram elencados os principais aspectos que influenciam os usuários da via ao trafegá-la, conforme Tabela 1.

Já que alguns dos aspectos avaliados são de natureza qualitativa, o uso de métodos de análise deste tipo torna-se especialmente interessante. Dentre as técnicas existentes na bibliografia, escolheu-se o método da Matriz de Leopold (LEOPOLD *et al.*, 1971), tradicionalmente utilizado na avaliação de impactos, mediante sua magnitude e importância em relação com as atividades dos projetos.

Tabela 1 – Aspectos avaliados pela ferramenta

Aspectos	Subgrupo	
Forma	Forma da placa	Cor símbolos
	Cor fundo	Cor setas
	Cor letras	Cor orla externa
	Cor tarjas	Cor orla interna
Localização	Disposição da placa	Altura borda inferior ao nível da pista
	Localizada sob canteiro	Tipo de suporte
	Distância lateral ao bordo da pista	Distância de visibilidade
Dimensão	Tamanho das letras	Largura da placa
	Altura da placa	Espaçamento entre caracteres
Estrutura	Material de suporte	Inflexão em relação à via
	Retrorefletividade	
Legendas	Quantidade de legendas	Separação das partes por tarja
	Legendas com abrangências diferentes	Abreviaturas de unidades de medida
	Parte superior: Bairro - Via	Parte inferior: Zona - Região
	Distância indicada por números inteiros	Legenda suficientemente explicativa

Fonte: Autores.

### 3.9.3 Procedimentos Metodológicos

Com relação aos métodos de análise pesquisados para utilização na ferramenta, o mais adequado para o processamento dos dados obtidos pelo protótipo da ferramenta foi a Matriz de Leopold (LEOPOLD *et al.*, 1971).

O princípio básico proposto por Leopold consiste em, primeiramente, assinalar todas as possíveis interações entre as ações e os fatores, para em seguida estabelecer em uma escala que varia de 1 a 10, a magnitude (ou quantificação) e a importância (ou peso) de cada impacto, que são colocadas em cada célula (LEOPOLD *et al.* 1971). Após, o método realiza a soma dos produtos dos valores de cada célula, dando assim uma avaliação ponderada de cada aspecto para cada ação.

Por outro lado, a técnica do painel de especialistas consiste na participação de vários convedores do tema de estudo, de forma que a média de suas opiniões substitua a avaliação dos autores do trabalho com o objetivo de aumentar a objetividade e correção dos resultados.

### 3.9.4 Resultados

Foram feitas adaptações na Matriz de Leopold para se adequar as avaliações que seriam necessárias. Assim, para definir o grau de importância de cada atributo avaliado nos elementos de sinalização viária, os subgrupos da Tabela 1 foram apresentados a um painel de especialistas vinculados à pesquisa na área de transportes e segurança viária, em âmbito estadual. Dessa forma, cada especialista pontuou de 0 a 10 a importância de cada aspecto à relevância da placa para percepção do usuário.

Para determinar a magnitude foi definida uma escala de cinco níveis segundo a condição dos aspectos, como segue na Tabela 2. Para os aspectos que não são avaliados para determinado tipo de elemento é assinalada a condição de “Não se aplica”. Elementos inexistentes, mas que deveriam estar na interseção de acordo com o manual, são avaliados com magnitude zero (0) em todos os aspectos.

Tabela 2 – Condição de análise dos aspectos

Valor	Condição
0	Não existente
1	Ruim
2	Razoável
3	Bom
4	Muito bom
5	Excelente

Fonte: Autores

Foi elaborada uma tabela onde todos os aspectos poderiam ser avaliados de acordo com sua magnitude. Esta tabela foi desenvolvida como um *checklist*, dessa forma, a avaliação de magnitude é realizada em campo pelo avaliador. Essa avaliação segue o padrão de infrações de trânsito, na qual a sinalização recebe penalizações para cada ponto em que difere do padrão estabelecido pelos manuais.

### 3.9.5 Considerações Finais

A partir do referencial teórico e da atribuição dos pesos de cada aspecto e seu grau de importância e magnitude para utilização na matriz de Leopold, foi consolidada a ferramenta de apoio à decisão para melhoria da sinalização viária. Essa ferramenta pode ser aplicada tanto em formato digital, por meio de *notebooks* que gerariam os resultados de forma simultânea, como em formato físico, com a impressão das planilhas para preenchimento manual, constituindo desta forma uma ferramenta de auxílio na avaliação de pontos críticos e de baixo valor de implementação.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, F. de H. F. **A crise econômica de 2014/2017**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 31 nº.89, p. 51-60, 2017

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). **Manual Brasileiro de Sinalização.** Volume iii. Vertical de Indicação. Ministério das Cidades. Departamento Nacional de Transito, Brasília – DF: CONTRAN, 2014.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (DNER). **Guia de Redução de Acidentes Com Base em Medidas de Engenharia de Baixo Custo.** Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Ministério dos Transportes. Rio de Janeiro – RJ: DNER, 1998a.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (DNER). **Manual de Sinalização Rodoviária** (2<sup>a</sup> ed.). Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Ministério dos Transportes. Rio de Janeiro – RJ: DNER, 1998b.

GOLDNER, L. G.; PEÑA, C. C. **Caracterização e análise dos acidentes em interseções:** Estudo de caso em rodovias de Santa Catarina, no Brasil, 2011.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA (IPEA). **Estimativa dos Custos dos Acidentes de Trânsito no Brasil com Base na Atualização Simplificada das Pesquisas Anteriores do Ipea.** Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República Ministro. Brasília, DF: IPEA, 2015.

LEOPOLD, L. B.; CLARKE, F.E.; HAHSHAW, B. B.; BALSLEY, R. J. **A procedure for Evaluating Environmental Impact.** USGS.Washington, 13p. 1971.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Global status report on road safety:** time for action. Geneva, 2009.