



ISSN: 2447-5580

Disponível em: <http://periodicos.ufes.br/BJPE/index>



Brazilian Journal of
Production Engineering

BJPE - Revista Brasileira de Engenharia de Produção



Campus São Mateus

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DE SEGURANÇA NO TRÂNSITO URBANO COM APOIO DE MÉTODO MULTICRITÉRIO

ANALYSIS OF THE SAFETY PERCEPTION IN URBAN TRANSIT WITH THE SUPPORT OF A MULTI CRITERIA METHOD

Diego Vieira dos Santos^{1*}, Julien Chiquieri², Rodrigo Randow de Freitas³, & Wellington Gonçalves⁴

¹Mestrando em Gestão Pública na Universidade Federal Espírito Santo - UFES. ²Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas da Universidade Federal Espírito Santo - UFES/Centro Universitário Norte do Espírito Santo - CEUNES. ^{3,4}Departamento de Engenharias e Tecnologia - UFES/CEUNES.

*¹diegovs.89@gmail.com ²julien.chiquieri@ufes.br ³rodrigo.r.freitas@ufes.br ⁴wellington.goncalves@ufes.br

ARTIGO INFO.

Recebido em: 17.07.2020

Aprovado em: 24.09.2020

Disponibilizado em: 26.08.2020

PALAVRAS-CHAVE:

Mobilidade urbana; Acidentes de trânsito; Planejamento urbano; Tomada de decisões; Estratégia.

KEYWORDS:

Urban mobility; Traffic accidents; Urban planning; Decision making; Strategy.

*Autor Correspondente: Santos, D. V. dos

RESUMO

A segurança no trânsito é um dos temas mais preocupantes no planejamento urbano. Em face do elevado número de mortes e lesões decorrentes dos acidentes de trânsito, as intervenções do Poder Público consistem na tentativa de reduzir a probabilidade e minimizar os riscos de acidentes de trânsito e suas graves consequências. No intuito de contribuir para a formulação de políticas públicas sobre o tema, o presente trabalho apresentou a percepção de 11 motoristas profissionais da cidade de São Mateus (Espírito Santo) acerca de critérios, subcritérios e alternativas que influenciavam na segurança do trânsito, por meio do método multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Os resultados sugerem que o atributo

humano seja o que possui a influência mais elevada na segurança do trânsito, enquanto a educação é percebida como a alternativa que pode contribuir diretamente para a melhoria da mobilidade e da segurança nesse ambiente. A abordagem proposta pode auxiliar formuladores e gestores de políticas públicas a estruturarem o planejamento e gerenciarem ações em relação às práticas e esforços globais para tornar o ambiente do trânsito mais seguro.

ABSTRACT

Traffic safety is one of the most worrying issues in urban planning. In view of the high number of deaths and injuries resulting from traffic accidents, the interventions of the Public Power consist of an attempt to reduce the probability and minimize the risks of traffic accidents and their serious consequences. In order to contribute to the formulation of public policies on the topic, the present work presented the perception of 11 professional drivers in the city of São Mateus (Espírito Santo) about criteria, sub-criteria and alternatives that influence traffic safety, through multicriteria method *Analytic Hierarchy Process* (AHP). The results suggest that the human attribute is the one that has the highest influence on traffic safety, while education is perceived as the alternative that can directly contribute to improving mobility and safety in this environment. The proposed approach can help policy makers and managers to structure planning and manage actions in relation to global practices and efforts to make the traffic environment safer.



INTRODUÇÃO

A segurança viária é um assunto de elevada relevância nas políticas públicas devido, principalmente, à repercussão dos impactos gerados por acidentes no trânsito. Segundo dados da *World Health Organization* [WHO], os acidentes de trânsito provocam anualmente em todo o mundo mais de 1,35 milhões de óbitos e 50 milhões de lesões, apresentando-se como a principal causa da morte de crianças e jovens entre 5 e 29 anos e, ainda, posiciona-se como a oitava em termos de mortalidade geral (WHO, 2018). Segundo estudos realizados pela *United Nations* [UN], esses acidentes além de causarem inestimáveis perdas emocionais, também afetam demasiadamente a esfera econômica, chegando a custar até 5% do Produto Interno Bruto (PIB) de alguns países (UN, 2018).

O panorama complexo embasado por estatísticas levou as UN a decretarem a “Década de Ações pela Segurança no Trânsito 2011-2020”, em 2010, visando um esforço conjunto para tornar o trânsito mais seguro, principalmente para os usuários mais vulneráveis, e estimular os meios sustentáveis de transporte (UN, 2010). Devido à relevância desse tema, cinco anos mais tarde, foi estabelecido o plano de ações intitulado “Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável” que, entre outros compromissos, estipulou uma meta de redução em 50% do número de mortes e lesões até 2020 (UN, 2015).

Embora a UN tenha estabelecido uma meta desafiadora com a Agenda 2030, justificável face a preservação da integridade e vida humana, de acordo com a *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD, 2019), as ações previstas e os resultados não foram os esperados. Isso, na maioria dos casos, se justifica devido ao elevado número de atributos e perspectivas envolvidas, algo que demanda soluções que agreguem diferentes saberes e pontos de vista (Febres, Mohamadi, Mariscal, Herrera, & García-Herrero, 2019).

No Brasil, a segurança no trânsito também é motivo de preocupação, de acordo com Andrade e Antunes (2019), embora tenham existido esforços na busca pela redução, o número de óbitos por acidentes no trânsito continua elevado. Dados do Ministério da Saúde [MS] destacam que essa realidade brasileira apresentou aproximadamente, em média, uma queda de 6,35% nos últimos anos (MS, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018). Dentro desse panorama, para Leitão *et al.* (2019) o meio urbano exerce potencial influência sobre as condições de ocorrência de acidentes por apresentar múltiplos atributos (humano, veicular, ambiental, viário etc.) por meio de diversos *stakeholders* (pedestres, condutores, ciclistas, entre outros).

Na opinião de Santos, Andrade e Martins (2017), existe uma elevada quantidade de literaturas que estudaram características intrínsecas de acidentes, quais sejam na descrição e caracterização, como também, no monitoramento de fluxos, relações e interrelações de atributos e, simulação de cenários. No entanto, estes autores também destacam a escassez de estudos focados na percepção de usuários acerca dos acidentes. Essa visão é corroborada por Ait-Mlouk e Agouti (2019) e Farooq, Moslem e Duleba (2019) que concordam sobre a necessidade de analisar por meio de métodos multicritério causas e possíveis soluções para elevar a segurança e evitar acidentes de trânsito no meio urbano.



Citação (APA): Santos, D. V., Chiquieri, J., Freitas, R. R., & Gonçalves, W. (2020). Análise da percepção de segurança no trânsito urbano com apoio de método multicritério. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial "Gestão Pública", 205-226.

Nesse contexto, os *Multi-Criteria Decision Analysis* (MCDA) podem contribuir para o entendimento de diferentes problemas relacionados à segurança no trânsito, assim como, na priorização de ações, considerando que são métodos que oferecem diversas possibilidades de escolhas, auxiliando assim os tomadores de decisão (Pereira, Palmeira, & Reis, 2019; Rivas, 2016). Dentre os diversos métodos multicritérios disponíveis, neste trabalho optou-se pelo uso do *Analytic Hierarchy Process* (AHP), devido sua ampla utilização na literatura e também em documentos técnicos/profissionais pois esta ferramenta possui ampla utilidade para solução de problemas que envolvam tomada de decisões complexas (Rivas, 2016; Santos, Neves, Sant'Anna, Oliveira, & Carvalho, 2019; Sarraf, & McGuire, 2020).

O contexto relacionado à segurança de pessoas e veículos nas cidades, de acordo com Fancello, Carta e Fadda (2019), possui diferentes critérios e subcritérios, os quais, por conseguinte, influenciam cenários, soluções e *stakeholders*. Sendo assim, considerando a necessidade de congregar e escalonar hierarquicamente opiniões relacionadas a essa problemática, este trabalho verificou a percepção da segurança no trânsito urbano, na visão de usuários, utilizando o método AHP.

Para o alcance do objetivo proposto, o presente trabalho apresenta uma revisão de literatura que destaca os principais atributos que influenciam na ocorrência de acidentes de trânsito, considerando aspectos relacionados à mobilidade, planejamento urbano e segurança no trânsito. Além disto, o método AHP é utilizado em um estudo realizado com motoristas profissionais, visando obter as percepções desses usuários acerca do problema abordado e, conseqüentemente, contribuir para formulação de estratégias que promovam a melhoria da situação vivenciada.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Os intensos fluxos de deslocamentos de pessoas e veículos trazem desafios à mobilidade nas cidades, notadamente nas que não possuem condições de infraestrutura adequadas a essa realidade. Em decorrência disso, as instabilidades geradas têm promovido a insegurança no trânsito urbano. Por estes motivos, nas seções a seguir são apresentadas reflexões da literatura sobre o *status quo* que permitem uma visualização mais ampliada dessas problemáticas.

2.1. MOBILIDADE E PLANEJAMENTO URBANO

A compreensão da problemática da segurança do trânsito requer a avaliação, de forma indissociável, das condições de mobilidade urbana existentes. Segundo Ferrer (2017), a mobilidade desempenha um papel fundamental no planejamento urbano, e se tornou, simultaneamente, uma necessidade e um direito para os seus habitantes. Em contrapartida, na visão desta autora, a locomoção tornou-se uma atividade cotidiana arriscada.

No período de 1950 a 2018, o mundo observou um acelerado e intenso processo de urbanização que trouxe conseqüências à mobilidade urbana. Nesse lapso temporal, conforme os dados divulgados pelas UN (2019), a população mundial saltou de 2,5 bilhões para 7,6 bilhões, sendo



Citação (APA): Santos, D. V., Chiquieri, J., Freitas, R. R., & Gonçalves, W. (2020). Análise da percepção de segurança no trânsito urbano com apoio de método multicritério. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial "Gestão Pública", 205-226.

que a maior parte desse contingente (55%) reside em áreas urbanas, com previsão de aumento para 9,8 bilhões em 2050 dos quais 68% (6,7 bilhões) serão moradores urbanos.

Oke, et al., (2019) destacam que, em paralelo com o crescimento da população urbana, a frota veicular mundial atingiu o nível de 1 bilhão de veículos em circulação, com previsão de alcançar 2,5 bilhões de veículos em 2050, trazendo elevados desafios à mobilidade urbana em face dos problemas de congestionamentos, poluição e, sobretudo, dos acidentes de trânsito. Diante desses números, Raicu, Costescu, Burciu, Rusca e Rosca (2016) opinam que o processo de planejamento urbano precisa considerar a relação entre o aumento do tráfego e os riscos de acidentes.

Para Stevenson, et al., (2016), as cidades estão enfrentando os efeitos das transformações demográficas e de políticas públicas ineficazes quanto ao planejamento integrado do uso do solo, mobilidade e saúde humana. Sendo assim, Ferrer (2017) entende que as cidades precisam encontrar soluções que garantam a mobilidade segura e sustentável, seguindo as diretrizes globais na elaboração de estratégias de redução da motorização individual e promoção dos meios de transporte sustentáveis.

O Brasil é um dos países que sofreram transformações demográficas devido ao processo acelerado de urbanização. Em estudo desse fenômeno, a Confederação Nacional do Transporte [CNT] aponta algumas razões que impulsionaram o fluxo migratório dos habitantes do campo para a cidade: o processo de industrialização, a concentração de posse da terra na área rural, o surgimento da mecanização no campo e a busca por melhores oportunidades de trabalho e condições de vida (CNT, 2018).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], o país quase triplicou a sua população, no período de 1960 a 2019, saindo de quase 71 milhões para o número estimado de 210 milhões (IBGE, 2010a, 2019). Nessa conjuntura, a representação da população urbana brasileira aumentou de 45% em 1960 para cerca de 87% em 2018, segundo dados do IBGE (2010b) e UN (2019). Esse contexto, além de apontar que estamos 32% acima da média populacional urbana mundial, também sugere que esse crescimento tenha ocorrido sem o planejamento urbano necessário.

Carvalho (2016a) pondera que o processo de urbanização das cidades brasileiras foi caracterizado pela mudança de padrão dos deslocamentos da população, representada pelo avanço da motorização individual em relação aos meios de transporte público coletivo e os não motorizados que eram predominantes no Brasil há seis décadas. Na visão desse autor, a aludida mudança é reflexo das políticas públicas de incentivo à indústria automobilística, a partir da metade da década de 1990, do aumento da renda das famílias, sobretudo na classe mais pobre, somadas às políticas de estímulo à aquisição de veículos automotores e à falta de investimentos no transporte público.

A partir da década de 1990, o ritmo de crescimento da frota veicular registrada passa a ser bem mais intenso em comparação ao ritmo de crescimento populacional no Brasil. Considerando o período de 1991 a 2019, a população aumentou cerca de 43%, passando de 146.917.459 para 210.147.125 habitantes (IBGE, 2010a, 2019), enquanto que a frota veicular registrada foi



Citação (APA): Santos, D. V., Chiquieri, J., Freitas, R. R., & Gonçalves, W. (2020). Análise da percepção de segurança no trânsito urbano com apoio de método multicritério. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial "Gestão Pública", 205-226.

elevada em 655%, saltando de 13.874.978 para 104.784.375 veículos (DENATRAN, 2000, 2019a).

Todavia, a CNT adverte que os aumentos da frota veicular e da ocupação urbana, associados ao ritmo de crescimento econômico, nem sempre se traduz em melhoria de infraestrutura (CNT, 2018). Em complemento, Alves, Bernadelli, Felix e Ferreira (2016) mencionam que muitas cidades brasileiras enfrentam graves externalidades negativas, tais como acidentes no trânsito, congestionamentos, poluição, falta de integração das políticas de uso de solo e de mobilidade, além da subvalorização da sustentabilidade frente a interesses econômicos.

Visando solucionar ou minimizar os impactos urbanos, a Lei n. 12.587 instituiu as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, a qual trouxe como princípios balizadores do planejamento urbano, entre outros, a acessibilidade, o desenvolvimento sustentável, o acesso igualitário ao transporte público coletivo para os cidadãos, a segurança nos deslocamentos e eficiência, eficácia e efetividade na circulação em área urbana (Lei n. 12.587, 2012).

2.2. SEGURANÇA NO TRÂNSITO URBANO: DESAFIOS E ESTRATÉGIAS

A *World Health Organization* [WHO] alerta que, anualmente, os acidentes de trânsito vitimam fatalmente 1,35 milhões de pessoas e causam lesões em outras 50 milhões, em todo o mundo (WHO, 2018). A referida entidade reforça que os AT posicionam-se como a oitava maior causa de mortalidade geral e a primeira na faixa etária entre 5 a 29 anos, afetando mais severamente os países de baixa e média rendas, e chegam a comprometer até 5% do PIB de alguns países (WHO, 2018).

Em monitoramento constante da segurança do trânsito global, as UN instituíram em março de 2010 a "Década de Ação pela Segurança Viária 2011-2020", por meio da Resolução 64/255, na qual os países signatários se comprometeram a implementar ações para tornar o trânsito mais seguro, com atenção especial aos usuários mais vulneráveis, além de promoverem os meios sustentáveis de transporte (UN, 2010). Em 2015, foi assinada a Resolução 70/1 que introduziu o plano denominado "Transformando o Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável", o qual estabelece, entre outros, a meta de reduzir pela metade o número de mortes e lesões causadas pelos acidentes no trânsito até 2020 (UN, 2015).

No caso brasileiro, um relatório da WHO, lançado em dezembro de 2018, estimou 41.007 mortes por acidentes no trânsito no Brasil no ano de 2016, fato que colocaria o país na terceira posição em números absolutos de óbitos, sendo superado apenas por Índia e China (WHO, 2018). Entretanto, dados disponibilizados pelo Ministério da Saúde apontam uma redução anual média de 6,35% no número de óbitos a partir de 2015, considerando os registros oficiais referentes ao período entre 2014 e 2018 (2014 → 43.780 mortes; 2015 → 38.651 mortes; 2016 → 37.345; 2017 → 35.375 e 2018 → 32.655) embora os números ainda estejam distantes da desejável meta de redução da mortalidade em 50% (MS, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

Na busca por soluções acerca da segurança viária, algumas cidades e países têm investido em programas de melhoria de segurança viária, algo que, segundo a literatura, estão apresentando



Citação (APA): Santos, D. V., Chiquieri, J., Freitas, R. R., & Gonçalves, W. (2020). Análise da percepção de segurança no trânsito urbano com apoio de método multicritério. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial “Gestão Pública”, 205-226.

resultados satisfatórios. Ferrer (2017) cita, por exemplo, o programa *Vision Zero*, surgido na Suécia em 1997, o qual apregoa, entre outros princípios, a supremacia da segurança viária em relação à mobilidade, bem como a responsabilidade compartilhada pela gestão da segurança do trânsito, abrangendo autoridades políticas, gestores de segurança do trânsito, instituições que formam condutores, fabricantes de veículos, condutores e demais usuários do trânsito. Após a implementação desse programa, a Suécia reduziu em 90% o número de mortes anuais por acidentes no trânsito, com destaque para a redução pela metade do índice de mortes de pedestres, e a cidade de Nova Iorque conseguiu reduzir em 22% a ocorrência de óbitos causados por acidentes – complementa esse autor.

De acordo com a Confederação Nacional do Transporte [CNT], as ações que visem prevenir a ocorrência de acidentes devem considerar atributos que contribuem para esses acontecimentos indesejados (CNT, 2018). Há autores que apontam a contribuição majoritária dos atributos humano, veicular e ambiental (Lagerstroom, Gilkey, Magzamen, Stallones, & Rosecrance, 2016, Assailly, 2017, Gebru, 2017, McIlroy *et al.*, 2019, Riaz *et al.*, 2019) e outros acrescentam o atributo viário (Zhang, Yau, & Chen, 2013, Carvalho, 2016b, Ram & Chand, 2016, Raicu *et al.*, 2016, Alonso, Esteban, Montoro, & Useche, 2017, Eboli, Guido, Mazzulla, Pungillo, & Pungillo, 2017, Ferrer, 2017, Wegman, 2017, CNT, 2018, Maji, Velaga, & Urie, 2018, Obregón-Biosca, Betanzo-Quezada, Romero-Navarrete e Ríos-Nuñez, 2018, WHO, 2018, Ahmed, Sadullah, & Yahya, 2019) como elementos que influenciam na segurança do trânsito. Dentro desse contexto, a CNT (2018), após deliberação de seus comitês sobre ações e estratégias constantes do Plano Nacional de Logística e Transportes, definiu tais atributos para a realidade brasileira (Tabela 1).

Tabela 1. Influenciadores de ocorrência de acidentes de trânsito

Atributos	Incidências	Abrangência
Humano	Comportamento das pessoas no trânsito, como condutor ou pedestre.	Desrespeito às leis do trânsito (ingestão de bebidas alcoólicas, uso de aparelhos celulares na direção veicular, manobras irregulares, alta velocidade, etc.
Veicular	Desempenho e manutenção veicular.	Pneus desgastados, lâmpadas queimadas, freios em mau funcionamento, dentre outros itens afins.
Ambiental	Condições climáticas adversas.	Chuva, neblina, ventos, etc.
Viário	Condições de operação e uso.	Manutenção e condições de dirigibilidade das vias, acessos e entornos (geometria, pavimentação, sinalização, etc.).

Fonte: CNT (2018).

O atributo humano refere-se ao comportamento pessoal que atua, de forma isolada ou associada a outros atributos, para o risco de acidentes no trânsito (CNT, 2018). Segundo Alonso *et al.* (2017), o comportamento humano é preponderante para a ocorrência de 70% a 80% de acidentes e lesões no trânsito, enquanto que Assailly (2017) aponta que esse percentual chega a 90% dos acidentes.

De acordo com a *World Health Organization* (2018), os países estão buscando reduzir a incidência dos principais comportamentos humanos de risco no trânsito: velocidade excessiva, consumo de álcool e drogas na direção veicular, falhas na utilização de equipamentos de



Citação (APA): Santos, D. V., Chiquieri, J., Freitas, R. R., & Gonçalves, W. (2020). Análise da percepção de segurança no trânsito urbano com apoio de método multicritério. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial "Gestão Pública", 205-226.

segurança (capacetes, cintos de segurança e sistema de retenção infantil), além do uso indevido de aparelhos celulares na direção veicular.

Eboli, et al., (2017) julgam que a ideia de segurança viária deve estar associada ao estudo do comportamento humano, principalmente de motoristas, enfatizando sobre a necessidade de maior conscientização desses usuários para aumentar a segurança viária. Reforçando essa ideia, Ram e Chand (2016) frisam que as condutas de segurança no trânsito e a percepção de risco dos motoristas são variáveis comportamentais que exercem influência nas ocorrências de acidentes no trânsito. Entretanto, os autores Topolšek, Babić e Fiolić (2019) defendem que o erro humano nem sempre representa a causa principal dessas ocorrências, já que, para esses autores, disfunções no atributo viário ou veicular, por exemplo, podem contribuir para os infortúnios no trânsito.

Em relação ao atributo veicular, Gebru (2017) discorre que o problema da segurança do trânsito é agravado nos países em desenvolvimento, pois nestes verificam-se os problemas de envelhecimento da frota veicular e a falta de manutenção veicular adequada. O primeiro fato pode estar associado ao desenvolvimento da economia desses países, nos quais a troca de veículos torna-se quase um privilégio de alguns indivíduos de classes sociais com padrões financeiros acima da média, ao passo que a falta de manutenção veicular adequada pode estar correlacionada ao aspecto cultural, apresentando um retrato do comportamento humano no trânsito desses países. Nesse sentido, a CNT (2018) orienta que as práticas habituais de revisões e manutenções poderão favorecer a diminuição dos problemas veiculares e, assim, reduzir a possibilidade da ocorrência de acidentes no trânsito.

Ademais, a WHO recomenda aos países que adotem padrões na fabricação de veículos, dedicando atenção especial aos mecanismos de resistência a impactos frontal e lateral, incluindo o aperfeiçoamento de componentes de segurança, tais como direção, frenagem, *airbags* e cinto de segurança (WHO, 2018).

O atributo viário, segundo Wegman (2017), relaciona-se às condições de infraestrutura das vias, vinculadas às suas características de planejamento e projeto. Nessa linha de pensamento, a CNT ainda destaca as características de geometria, sinalização e pavimento como influentes na segurança viária (CNT, 2018). Em acréscimo, Carvalho (2016b) cita que a área de engenharia assume papel fundamental na elaboração de medidas que viabilizem a melhoria do espaço viário, compreendendo a circulação e sinalização para pedestres e veículos.

Ferrer (2017) acrescenta, ainda, que a infraestrutura viária deve promover o compartilhamento das vias de forma igualitária entre os meios de transporte disponíveis e, principalmente, deve garantir a segurança de todos os usuários do trânsito, priorizando os mais vulneráveis aos riscos de acidentes e suas consequências.

Deve-se considerar, de igual modo, o atributo uso e ocupação do solo como influente para a questão da segurança do trânsito urbano. Para Raicu, et al., (2016), a diversidade de uso do solo urbano (residencial, comercial, uso misto etc.) é determinante para a dinâmica do trânsito, considerando a possibilidade de atrair eminentes fluxos de tráfego em seus entornos, podendo elevar os riscos de acidentes no trânsito.



Citação (APA): Santos, D. V., Chiquieri, J., Freitas, R. R., & Gonçalves, W. (2020). Análise da percepção de segurança no trânsito urbano com apoio de método multicritério. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial "Gestão Pública", 205-226.

Segundo a Associação Nacional de Transportes Públicos [ANTP], o processo de urbanização brasileiro caracterizou-se pela negligência do poder público à questão do uso e ocupação do solo e, assim, o desenvolvimento dos grandes centros de atividades precedeu as problemáticas de congestionamentos viários, acidentes no trânsito e poluição ambiental causados pelos veículos (ANTP, 2017). Sendo assim, Alves, et al., (2016) advertem que o planejamento de transportes deve estar interligado com o planejamento do uso e ocupação do solo, a fim de proporcionar a expansão organizada das cidades, a mobilidade sustentável e a acessibilidade universal.

Em face da preocupação com a segurança viária, pesquisadores demonstram que as abordagens tradicionais consistem na implementação dos 3 E's da segurança do trânsito: Educação (*Education*), Engenharia (*Engineering*) e Esforço Legal (*Enforcement*) (Carvalho, 2016b; Kitamura, Hayashi, & Yagi, 2018; Mwebesa, Yoh, Inoi, & Doi, 2018; Hezaveh, Nordfjærn, Everett, & Cherry, 2019). Em esclarecimento, McIlroy, et al., (2019) informam que as ações da educação para o trânsito abrangem a formação de motoristas, antes e após a permissão para dirigir, e a educação voltada para a sociedade em geral; já as intervenções de engenharia direcionam-se ao avanço da tecnologia de segurança veicular e aos projetos que visem a melhoria do ambiente viário; e o esforço legal consiste na implementação e aplicação efetiva das leis para fins de influência positiva no comportamento humano.

Finalmente, muitos autores defendem que a disponibilidade de dados também é uma importante ferramenta para a segurança de trânsito, podendo servir como instrumento auxiliar ao planejamento estratégico correlato (Wegman, 2017, CNT, 2018, Maji *et al.*, 2018, Ahmed, et al., 2019). Corroborando essa premissa, a CNT entende que os dados sobre aspectos viários, históricos de condutores e fluxo do tráfego devem ser disponibilizados de forma completa, precisa e atualizada para subsidiar as ações governamentais sobre segurança viária (CNT, 2018). Por outro lado, Ahmed, et al., (2019) opinam que as imprecisões nesses dados dificultam a priorização de investimentos, a identificação de locais de maiores riscos e a elaboração de estratégias de ações nesses locais.

2.3. ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)

O ser humano lida rotineiramente com a tomada de decisões, mesmo que de forma inconsciente, visando escolher as melhores alternativas para satisfazer suas necessidades. No entanto, Rivas (2016) observa que, muitas vezes, esse processo natural torna-se complexo e, assim, pode requerer mais tempo com análise e julgamento de diversas variáveis influentes. Nesses casos, há métodos que podem apoiar o processo decisório por parte dos julgadores.

Segundo Sarraf e McGuire (2020), os *Multi-Criteria Decision Analysis* (MCDA) auxiliam na seleção da alternativa mais adequada entre diversos critérios conflitantes. Pereira *et al.* (2019) enfatizam que os MCDA podem ser entendidos como instrumentos que auxiliam à tomada de decisão, os quais buscam a integração de medidas objetivas por meio de julgamento de valor, possibilitando ampliação da compreensão do problema e a priorização de possíveis ações ou alternativas como forma de providências.



Citação (APA): Santos, D. V., Chiquieri, J., Freitas, R. R., & Gonçalves, W. (2020). Análise da percepção de segurança no trânsito urbano com apoio de método multicritério. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial "Gestão Pública", 205-226.

Para Kumar, et al., (2017), problemas que utilizam em sua resolução MCDA's geralmente compreendem cinco componentes, os quais, necessariamente, também são utilizados para direcionar a seleção do método e forma de aplicação: objetivo; preferências do tomador de decisão e/ou *experts*, alternativas, critérios e resultados. Por conseguinte, de acordo com estes autores, com base no número de alternativas consideradas, no cenário e condições dispostos para resolução e nas expectativas de resultados, as diferenças podem ser atendidas entre a *Multi Attribute Decision Making* (MADM) e *Multi Objective Decision Making* (MODM); de outro modo, ambos possuem similaridades que são cabíveis conforme cada caso estudado.

De maneira geral, conforme Rivas (2016) e Wang, Lu e Hu (2020), os métodos multicritério são amplamente utilizados na resolução de problemas que visam auxiliar o processo decisório, por fornecerem diversificadas possibilidades de escolha. Na temática sobre segurança viária, por exemplo, o trabalho de Pereira, et al., (2019), utilizaram MCDA para proposição de aprimoramento do cálculo do indicador Unidade Padrão de Severidade modificada (UPSm) de um Departamento Estadual de Trânsito [DETRAN]. Analogamente, Fancello *et al.* (2019) empregaram MCDA no processo de identificação de zonas de estradas urbanas mais críticas em relação à segurança viária, enquanto Farooq *et al.* (2019) utilizaram MCDA para análise dos principais aspectos comportamentais de motoristas que impactam na segurança viária. Os resultados dessas pesquisas sugerem que os MCDA's, além de auxiliarem à tomada de decisão, ampliam as discussões no entorno da problemática estudada.

Na opinião de Silva (2018), diversos métodos multicritérios são utilizados na literatura, no entanto, alguns desses métodos devido a versatilidade que possuem, são empregados com elevada frequência, quais sejam: *Analytic Hierachy Process* (AHP), *Analytic Network Process* (ANP), *Elimination et Choix Traduisant la Réalité* (ELECTRE), *Fuzzy Decision Approach* (FDA), *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique* (MACBETH), *Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE) e *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS).

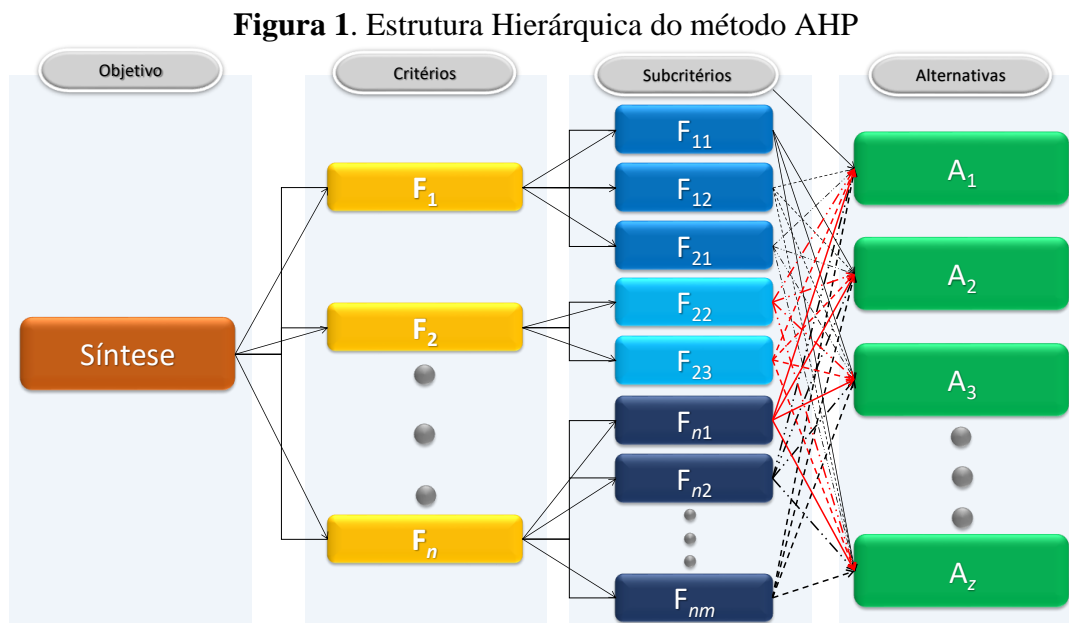
Corroborando com esse apontamento, Han, et al., (2020) destacam que o AHP além de considerar a natureza de um problema, permite que sejam estimadas diferentes opiniões de *stakeholders*. Além disso, Thomas Lorie Saaty (2008) ressalta que o método por considerar uma abordagem quali-quantitativa em sua formulação, possui amplitudes adaptáveis a diferentes condições e situações. Por estes motivos, neste trabalho optou-se pela utilização do *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Essa escolha também é pautada na adaptabilidade desse método a diferentes situações e cenários, além de a ferramenta mostrar-se capaz de fornecer suporte à tomada de decisões que envolvem elevada complexidade com relação a multiplicidade de critérios (Rivas, 2016; Santos, et al., 2019; Sarraf & McGuire, 2020).

O AHP mescla o uso de técnicas quantitativas e qualitativas e estrutura o processo decisório em níveis hierárquicos, facilitando a tomada de decisões (Dweiri, Kumar, Khan, & Jain, 2016, Han, Wang, Lu, & Hu, 2020, Sarraf & McGuire, 2020). Consoante os ensinamentos de Saaty (2008), o modelo baseia-se em três etapas principais: construção da estrutura hierárquica, definição de prioridades e análise da consistência lógica de julgamentos.



Citação (APA): Santos, D. V., Chiquieri, J., Freitas, R. R., & Gonçalves, W. (2020). Análise da percepção de segurança no trânsito urbano com apoio de método multicritério. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial “Gestão Pública”, 205-226.

Na primeira etapa devem ser dispostos, em níveis hierárquicos, o objetivo, os critérios e subcritérios, e as alternativas de decisão (Figura 1). Em seguida, realizam-se julgamentos com base na escala proposta por Saaty (2008) disposta na Tabela 1. Nesse método, os critérios são comparados paritariamente e os julgamentos são efetuados com base em uma escala numérica estabelecida para ajustar os consequentes resultados (Han, et al., 2020).



Fonte: Saaty (2008).

Tabela 1. Escala numérica para uso do método AHP

Escala numérica	Escala verbal
1	Elementos são de igual importância
3	Moderada importância de um elemento
5	Forte importância de um elemento
7	Importância muito forte de um elemento
9	Extrema importância de um elemento
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários entre as opiniões adjacentes
Incremento 0,1	Valores intermediários na graduação mais fina de 0,1

Fonte: Saaty (2008).

Segundo Costa (2016), uma matriz de julgamentos genérica A pode ser construída por intermédio da Equação 1:

$$\frac{n(n-1)}{2} \tag{1}$$

Em que: n é o número de elementos contidos na matriz A , assim definida:



Citação (APA): Santos, D. V., Chiquieri, J., Freitas, R. R., & Gonçalves, W. (2020). Análise da percepção de segurança no trânsito urbano com apoio de método multicritério. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial "Gestão Pública", 205-226.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Fonte: Saaty (2008).

Em que:

$$a_{ij} > 0 \rightarrow \text{positiva}; a_{ij} = 1 \therefore a_{ji} = 1; a_{ij} = 1/a_{ji} \rightarrow \text{recíproca}; a_{ik} = a_{ij} \cdot a_{jk} \rightarrow \text{consistência}$$

De acordo com Pereira, et al., (2019), a liberdade fornecida pelo método para definição de critérios e alternativas pode gerar inconsistências nas avaliações. Sendo assim, Saaty (2008) propôs um valor máximo de consistência para que os julgamentos sejam considerados coerentes, obtido por meio da Equação 2.

$$RC = IC/IR \tag{2}$$

No cálculo da Razão de Consistência (RC), considera-se o Índice de Consistência Randômica (IR), o qual consiste em julgamentos aleatórios para matrizes de tamanhos variados (Pereira *et al.*, 2019), e o Índice de Consistência (IC) que mede a coerência de julgamentos com base na Equação 3:

$$IC = (\lambda_{m\acute{a}x.} - n)/n - 1 \tag{3}$$

Sendo $\lambda_{m\acute{a}x.}$ o autovalor máximo resultante da multiplicação da matriz original pelo autovetor máximo obtido após o procedimento de normalização da matriz de comparação (Briozo & Musetti, 2015) e n é o número de critérios ou subcritérios calculados (Pereira, et al., 2019). Saaty (2008) pondera que os julgamentos somente serão considerados confiáveis caso apresentem Razão de Consistência (RC) menor ou igual a 0,10 ($RC \leq 0,10$). Na opinião desse autor, resultados acima deste valor indicam a necessidade de revisão de julgamentos e/ou das fases anteriores do AHP, no entanto, caso as inconsistências se mantenham é necessário realizar novos julgamentos.

3. ABORDAGEM METODOLÓGICA E PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

A abordagem metodológica consistiu em duas etapas principais: verificação na literatura acerca da percepção da segurança no trânsito em meio urbano e aplicação do método AHP na resolução do problema. A primeira etapa é composta pela definição do problema e dos objetivos a serem alcançados; levantamento na literatura de critérios, subcritérios e alternativas a serem operacionalizados pelo método AHP; construção de estrutura hierárquica para viabilizar julgamentos paritários. Assim, para apoiar esses procedimentos foi elaborado um instrumento de coleta de dados a partir dos atributos levantados. Na sequência, esse conteúdo foi submetido à apreciação de 3 especialistas em transporte, os quais contribuíram com ajustes de conteúdo no instrumento de coleta.



Citação (APA): Santos, D. V., Chiquieri, J., Freitas, R. R., & Gonçalves, W. (2020). Análise da percepção de segurança no trânsito urbano com apoio de método multicritério. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial "Gestão Pública", 205-226.

Desta forma, no presente trabalho a abordagem metodológica utilizou o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para desenvolver um modelo que auxilia o entendimento da percepção da segurança no trânsito em meio urbano sob a ótica de usuários. A unidade de pesquisa foi composta por 13 motoristas de ambulância da cidade de São Mateus, localizada na região norte do Estado do Espírito Santo. Sendo ainda consultados especialistas do setor de transportes para auxiliar no balizamento e adequação textual durante a construção do instrumento de coleta de dados. Desta forma, foi utilizado um nível de confiança (Z) de 90%, erro amostral de 10% e percentual máximo de certeza de 95%, sendo 7 o n considerado como válido (Danner, et al., 2017).

A escolha do município que subsidiou a pesquisa se deu devido à importância econômica e regional deste, assim como, ao volume da população estimada de 130.611 habitantes (IBGE, 2019) e uma frota de 52.531 veículos registrados (DENATRAN, 2019b). Nessa região, o Departamento Estadual de Trânsito [DETRAN] notificou 1.032 acidentes no trânsito em 2018 (DETRAN-ES, 2018), revelando a necessidade de intervenção da Gestão Pública nesse aspecto, bem como reforça a relevância desse trabalho.

Na etapa seguinte, observados os princípios de operacionalização do AHP por Saaty (2008), foram efetivados julgamentos dos itens que compõem a estrutura hierárquica. Adicionalmente, o *Software Expert Choice Trial* contribuiu para o processamento de dados e verificação de inconsistência dos julgamentos. A mineração de dados contou ainda com suporte do aplicativo *Microsoft Excel 2016*.

Para amparar a verificação da consistência interna do instrumento de coleta de dados e, o emprego do AHP, foram checadas a presença de elementos *missing values* (dados faltantes) e de *outliers* (Z score com intervalo $|Z| < 3$, para um valor de $\rho < 0,001$). No caso da ocorrência destes elementos os mesmos seriam removidos da amostragem devido às alterações que podem causar (Gonçalves, 2016). O alfa de Cronbach ($C_\alpha \geq 0,7$) foi utilizado como verificador da coerência do instrumento de coleta de dados (Khattak, Hussain, & Nawaz, 2019). Para efetivação destas análises estatísticas foi utilizado o software SPSS 23.0 versão *Trial* (IBM, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, a aplicação da abordagem metodológica é fornecida em detalhes. Além disso, as características da unidade de pesquisa, a multiplicidade de atributos e o cenário diversificado tornam a aplicação passível de adequações e replicação em outros casos e locais. Assim, inicialmente foi realizado um levantamento junto a literatura (Quadro1). A partir deste levantamento foi possível verificar atributos que influenciam a percepção da segurança no trânsito urbano, na visão de usuários, por meio da utilização do método AHP.



Citação (APA): Santos, D. V., Chiquieri, J., Freitas, R. R., & Gonçalves, W. (2020). Análise da percepção de segurança no trânsito urbano com apoio de método multicritério. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial “Gestão Pública”, 205-226.

Quadro 1. Atributos que influenciam na percepção de segurança do trânsito

Autores	Critérios	Subcritérios
Zhang et al. (2013); Carvalho (2016b); Lagerstroom et al. (2016); Raicu et al. (2016); Ram & Chand (2016); Alonso et al. (2017); Assailly (2017); Eboli et al. (2017); Ferrer (2017); Gebru (2017); Wegman (2017); CNT (2018); Maji et al. (2018); Mwebesa et al. (2018); Obregón-Biosca et al. (2018); WHO (2018); Ahmed et al. (2019); Hezaveh et al. (2019); Mcllroy et al. (2019); Riaz et al. (2019); Topolšek et al. (2019); Zhang, Jing, Sun, Fang e Feng (2019).	Humano	Comportamento
		Condições Físicas
		Condições Psicológicas
Raicu et al. (2016); ANTP (2017); Alves et al. (2016).	Uso e ocupação do solo	Áreas com intenso fluxo de veículos
		Interferência visual de imóveis
Zhang et al. (2013); Carvalho (2016b); Lagerstroom et al. (2016); Raicu et al. (2016); Ram & Chand (2016); Alonso et al. (2017); Assailly (2017); Eboli et al. (2017); Ferrer (2017); Gebru (2017); Wegman (2017); CNT (2018); Maji et al. (2018); Obregón-Biosca et al. (2018); WHO (2018); Ahmed et al. (2019); Mcllroy et al. (2019); Riaz et al. (2019); Topolšek et al. (2019).	Veículo	Características
		Manutenção
		Uso inadequado
Zhang et al. (2013); Carvalho (2016b); Raicu et al. (2016); Ram & Chand (2016); Alonso et al. (2017); Eboli et al. (2017); Ferrer (2017); Wegman (2017); CNT (2018); Maji et al. (2018); Obregón-Biosca et al. (2018); WHO (2018); Ahmed et al. (2019).	Via	Infraestrutura

Fonte: Autores.

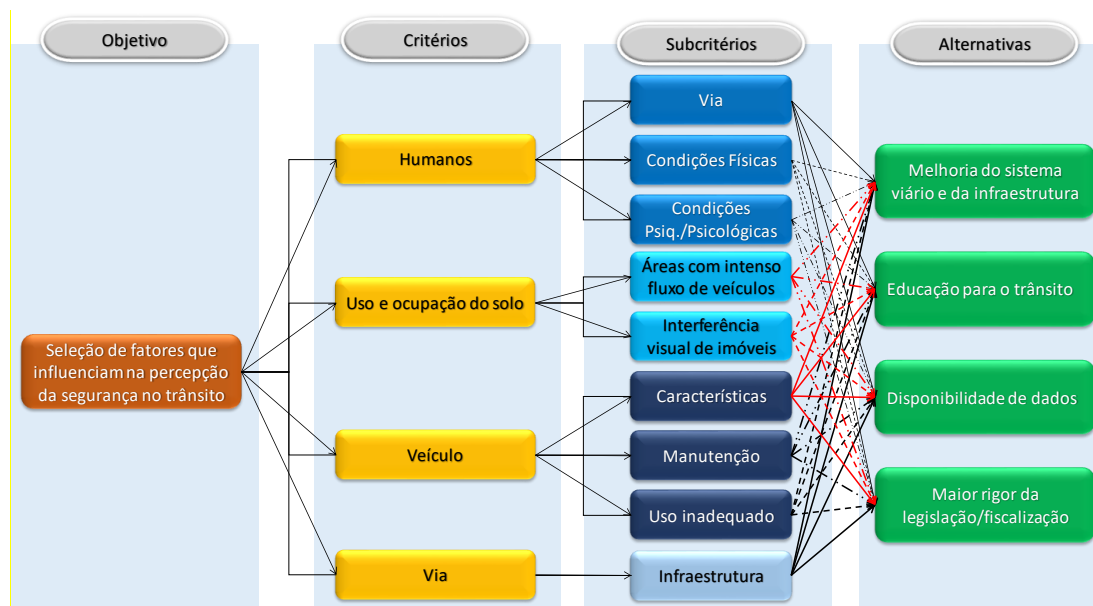
As principais alternativas foram compostas pelos supracitados 3 E's da segurança do trânsito (Educação, Engenharia e Esforço Legal, na versão em português) mencionados em diversos achados (Carvalho, 2016b, Kitamura, et al., 2018, Mwebesa *et al.*, 2018, Hezaveh, et al., 2019), os quais foram adaptados para operacionalização da abordagem metodológica adotada neste trabalho, e também pela disponibilidade de dados citada como medida eficaz no planejamento de ações para melhoria da segurança viária (Wegman, 2017, CNT, 2018, Maji, et al., 2018, Ahmed, et al., 2019).

Em seguida, foi construída o modelo de estrutura hierárquica (Figura 2), baseado em Saaty (2008), para as etapas de julgamento e avaliações correlatas. Ressalta-se que, nessa estrutura, foi desconsiderado o critério ambiental para fins de julgamento dos especialistas, uma vez que os elementos que o constituem (chuva, neblina, ventos etc.), embora exerçam influência no sistema de trânsito, inserem-se no contexto da segurança viária de forma independente da intervenção humana.

Figura 2. Estrutura hierárquica utilizada para emprego do modelo AHP



Citação (APA): Santos, D. V., Chiquieri, J., Freitas, R. R., & Gonçalves, W. (2020). Análise da percepção de segurança no trânsito urbano com apoio de método multicritério. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial “Gestão Pública”, 205-226.



Fonte: Autores.

Posteriormente, procedeu-se a submissão da estrutura hierárquica aos especialistas, os quais realizam os julgamentos com base na ponderação definida por Saaty (2008). No entanto, do quantitativo de 13 motoristas, 11 participaram da pesquisa, com isso, o tamanho da amostra foi atendido. Não houve a identificação de *missing values* e *outliers*. Vale ainda ressaltar que o C_α obteve um valor 0,896, indicando uma adequada consistência interna do instrumento de coleta de dados (Khattak, et al., 2019).

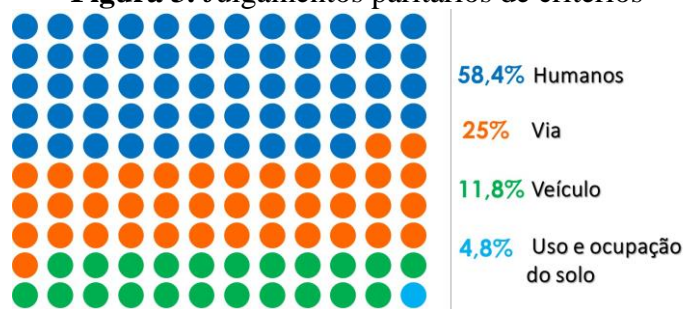
A última etapa metodológica consistiu no tratamento das respostas oriundas dos julgamentos, mediante auxílio do *Software Expert Choice* e do aplicativo *Microsoft Excel 2016*, seguindo a operacionalização do modelo AHP (Pereira, et al., 2019). Nesta etapa, verificou-se a condição de confiabilidade dos julgamentos, determinada por Saaty (2008), em que a Razão de Consistência (*RC*) deve ser menor ou igual a 0,10.

Em apuração dos julgamentos, sob inconsistência de 0,06, verificou-se que o atributo humano foi considerado como critério mais influente na percepção da segurança do trânsito (Figura 3). Esse resultado corrobora achados de autores que convergem no sentido de considerar o atributo humano como protagonista da segurança viária, atuando, simultaneamente, como algoz e vítima no ambiente de trânsito (Assailly, 2017, Eboli, et al., 2017, CNT, 2018, Riaz, et al., 2019). Contudo, tendo em vista que o trânsito é um sistema, entendimento também adotado no CTB (Lei n. 9.503, 1997), a responsabilidade pelos acidentes não deve ser atribuída exclusivamente ao atributo humano, conforme argumenta Topolšek et al. (2019).



Citação (APA): Santos, D. V., Chiquieri, J., Freitas, R. R., & Gonçalves, W. (2020). Análise da percepção de segurança no trânsito urbano com apoio de método multicritério. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial “Gestão Pública”, 205-226.

Figura 3. Julgamentos paritários de critérios

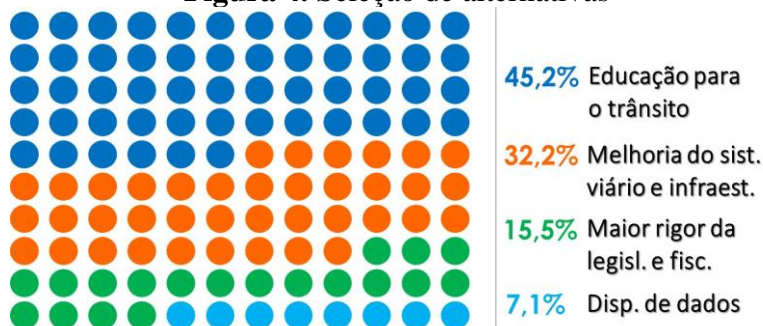


Fonte: Autores.

Nessa linha de raciocínio, a escolha pelo atributo humano mostra-se coerente quanto à escolha do item “Educação para o trânsito” como a melhor alternativa para fins de aumentar a percepção de segurança do trânsito (Figura 4). Logo, sugere-se que o tal atributo seja a prioridade das ações, sendo que essas poderão ser iniciadas por maiores investimentos em educação para o trânsito.

Os autores Obregón-Biosca, et al., (2018) salientam que a segurança do trânsito pode ser melhorada, em níveis regional e nacional, por meio de investimentos em educação para o trânsito. Os referidos autores propõem que as estratégias necessárias devem iniciar pelo diagnóstico do nível de educação individual, referentes aos *stakeholders* do trânsito, a fim de identificar tanto o participante que necessita de maior capacitação quanto questões específicas a serem corrigidas.

Figura 4. Seleção de alternativas



Fonte: Autores.

Por outro lado, embora seja percebida como a alternativa mais importante para segurança do trânsito, Kitamura, et al., (2018) criticam que os países em desenvolvimento encontram a dificuldade do acesso limitado à educação de trânsito, ao passo que a taxa de motorização cresce vertiginosamente, revelando a complexidade do problema abordado.

O Código de Trânsito Brasileiro [CTB] (Lei n. 9.503, 1997) estabelece que a Educação para o Trânsito é direito universal e medida prioritária para os integrantes do Sistema Nacional de Trânsito. Em esclarecimento dessa norma, Carvalho (2016b) explica que a educação para o trânsito é efetivada pela divulgação de campanhas educativas sobre temas específicos, tais como os riscos do consumo de álcool na direção veicular e o uso obrigatório de equipamentos de segurança, entre outros, além da adequação pedagógica de conteúdos a serem lecionados em escolas do ensino fundamental e médio, visando à preparação de motoristas mais responsáveis



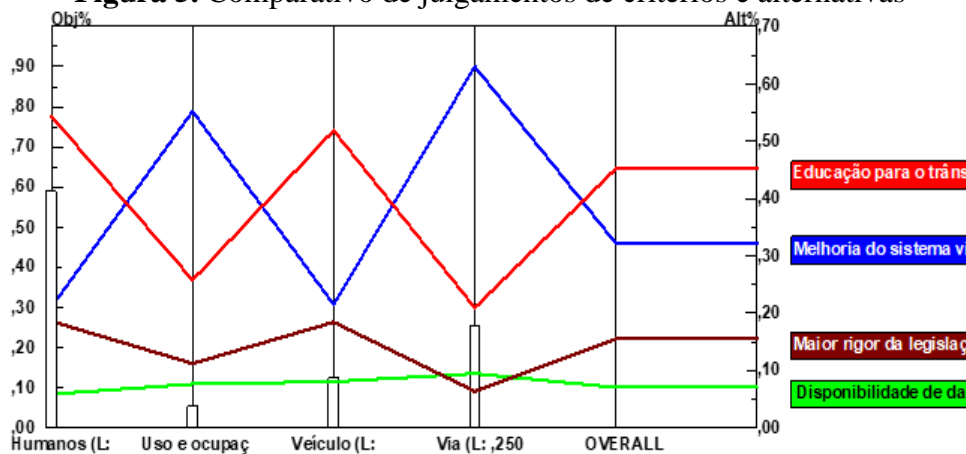
Citação (APA): Santos, D. V., Chiquieri, J., Freitas, R. R., & Gonçalves, W. (2020). Análise da percepção de segurança no trânsito urbano com apoio de método multicritério. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial “Gestão Pública”, 205-226.

no futuro. Todavia, esse autor julga que o ensino sobre segurança viária em escolas ainda é incipiente e defende uma maior intervenção governamental, nesse sentido, para capacitação e difusão desse conhecimento.

O segundo atributo considerado mais influente pelos entrevistados foi o critério “via” (Figura 3), refletindo diretamente na escolha da alternativa “melhoria do sistema viário e da infraestrutura” como a segunda mais importante (Figura 5). De fato, as vias são os locais onde desenvolvem-se as relações entre a necessidade de mobilidade humana e a segurança no trânsito.

Para a CNT (2018), o investimento na melhoria da infraestrutura viária, principalmente em países desenvolvidos, trouxe impacto significativo na redução das mortes no trânsito, mesmo diante do aumento do quantitativo de veículos. Dessa forma, considerando a possibilidade da ocorrência de falha humana, o atributo viário poderá minimizar as possíveis consequências.

Figura 5. Comparativo de julgamentos de critérios e alternativas



Fonte: Autores.

Por fim, vale destacar que a alternativa “maior rigor da legislação, fiscalização e aplicação de sanções”, não foi percebida como mais influente. Uma explicação provável é que embora tenha ocorrido avanços significativos na elaboração e aplicação das leis (WHO, 2018), a sensação de insegurança persiste, levando ao entendimento de que outras áreas precisam de intervenções prioritárias.

No entanto, Zhang, et al., (2019) alertam que essa alternativa não pode ser negligenciada, já que possui a capacidade de influenciar o comportamento humano que muitas vezes é moldado pela cultura de impunidade que vivenciamos em nosso cotidiano. Isto posto, pesquisadores reconhecem que a legislação possui um papel essencial na segurança para todos os usuários do trânsito (Ram, & Chand, 2016, Alonso, et al., 2017).



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As políticas de segurança no trânsito são fundamentais para o processo de desenvolvimento de um país. Os números de acidentes de trânsito e suas consequências podem ser reflexos da falta de planejamento urbano e também de aspectos culturais e comportamentais comuns em determinadas sociedades.

Em análise do presente trabalho, foi possível identificar que o atributo humano é o critério mais influente na percepção de segurança no trânsito, enquanto que a educação para o trânsito é vista como a alternativa que melhor contribuiria para a resolução do problema. Contudo, ambos se tornam desafiadores em países em desenvolvimento, como o Brasil, pois a melhoria do quadro pode requerer praticamente um processo de mudança cultural da sociedade, envolvendo todos os *stakeholders* do sistema de trânsito, no qual as unidades escolares desempenham um papel primordial.

Diante dessa conjuntura, as pesquisas científicas podem contribuir para a identificação e minimização de aspectos influentes na percepção de segurança no trânsito. No presente trabalho, a utilização do método multicritério AHP mostrou-se eficaz no julgamento de critérios, subcritérios e alternativas relacionados à segurança do trânsito e, assim, o objetivo proposto foi alcançado. Sendo assim, considerando os resultados apresentados, as autoridades de trânsito poderão otimizar o planejamento urbano, apresentando soluções aplicáveis ao contexto, a fim de melhorar a percepção de segurança viária.

Por fim, sugere-se que os próximos trabalhos, similares ao presente, possam contemplar outros grupos, especialmente ciclistas e pedestres, crianças, idosos e portadores de necessidades especiais, os quais enquadram-se na situação de vulnerabilidade no trânsito e costumam enfrentar dificuldades geradas pela falta de planejamento urbano.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Laboratório de Pesquisa Operacional Logística e Transportes (POLT) da Universidade Federal do Espírito (UFES)/ Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) pelo apoio acadêmico e técnico na elaboração e desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

Ait-Mlouk, A., & Agouti, T. (2019). DM-MCDA: A web-based platform for data mining and multiple criteria decision analysis: A case study on road accident. *SoftwareX*, 10, 100323.

Andrade, F. R. D., & Antunes, J. L. F. (2019). Trends in the number of traffic accident victims on Brazil's federal highways before and after the start of the Decade of Action for Road Safety. *Cadernos de saúde pública*, 35(8), e00250218.

Associação Nacional de Transportes Públicos - ANTP. (2017). *Mobilidade humana para um Brasil urbano*. São Paulo: ANTP.

Ahmed, A., Sadullah, A. F. M., & Yahya, A. S. (2019). Errors in accident data, its types, causes and methods of rectification-analysis of the literature. *Accident Analysis & Prevention*, 130, 3-21.



Citação (APA): Santos, D. V., Chiquieri, J., Freitas, R. R., & Gonçalves, W. (2020). Análise da percepção de segurança no trânsito urbano com apoio de método multicritério. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial "Gestão Pública", 205-226.

Alonso, F., Esteban, C., Montoro, L., & Useche, S. A. (2017). Knowledge, perceived effectiveness and qualification of traffic rules, police supervision, sanctions and justice. *Cogent Social Sciences*, 3(1), 1-17.

Alves, P., Bernadelli, C., Felix, W., & Ferreira, W. R. (2016). Polos geradores de viagem e educação para a mobilidade urbana sustentável: a importância das unidades escolares. *OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia*, 7(20), 45-67.

Assailly, J. P. (2017). Road safety education: What Works? *Patient Education and Counseling*, 100, S24-S29.

Briozo, R. A., & Musetti, M. A. (2015). Método multicritério de tomada de decisão: aplicação ao caso da localização espacial de uma Unidade de Pronto Atendimento - UPA 24 h. *Gestão & Produção*, 22(4), 805-819.

Carvalho, C. H. R. (2016a). *Mobilidade urbana sustentável: conceitos, tendências e reflexões*. [Texto para discussão, Nº 2194]. Brasília, DF: IPEA.

Carvalho, C. H. R. (2016b). *Mortes por acidentes de transporte terrestre no Brasil: análise dos sistemas de informação do Ministério da Saúde*. [Texto para discussão, Nº 2212]. Brasília, DF: IPEA.

Confederação Nacional do Transporte - CNT. (2018). *Acidentes rodoviários e a infraestrutura*. Brasília: CNT.

Costa, A. J. B. (2016). *Inovação em Governança Regulatória: proposta de modelo regulatory oversight aplicado à infraestrutura de transportes terrestres brasileira*. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.

Danner, M., Venedey, V., Hiligsmann, M., Fauser, S., Gross, C., & Stock, S. (2017). Comparing analytic hierarchy process and Discrete-Choice experiment to elicit patient preferences for treatment characteristics in age-related macular degeneration. *Value in Health*, 20(8), 1166-1173.

Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN. (2000). *Frota de veículos, por ano de fabricação, segundo as Unidades da Federação*. Recuperado em 23 de janeiro, 2019, de <https://infraestrutura.gov.br/component/content/article/115-portal-denatran/8559-frota-de-veiculos-2019.html>.

Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN. (2019a). *Frota de veículos, por tipo e com placa, segundo as Grandes Regiões e Unidades da Federação -Dezembro de 2019*. Recuperado em 11 de março, 2020, de <https://infraestrutura.gov.br/component/content/article/115-portal-denatran/8559-frota-de-veiculos-2019.html>.

Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN. (2019b). *Frota de veículos, por tipo e com placa, segundo os Municípios da Federação - Dezembro/2019*. Recuperado em 11 de março, 2020, de <https://infraestrutura.gov.br/component/content/article/115-portal-denatran/8559-frota-de-veiculos-2019.html>.

Departamento Estadual de Trânsito do Espírito Santo - DETRAN-ES. (2018). *Anuário Estatístico de Trânsito 2018*. Recuperado em 13 de fevereiro, 2020, de <https://detran.es.gov.br/anuarios-2>.

Dweiri, F., Kumar, S., Khan, S. A., & Jain, V. (2016). Designing na integrated AHP based decision support system for supplier selection in automotive industry. *Expert Systems With Applications*, 62, 273-283.



Citação (APA): Santos, D. V., Chiquieri, J., Freitas, R. R., & Gonçalves, W. (2020). Análise da percepção de segurança no trânsito urbano com apoio de método multicritério. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial "Gestão Pública", 205-226.

- Eboli, L., Guido, G., Mazzulla, G., Pungillo, G., & Pungillo, R. (2017). Investigating Car Users' Driving Behaviour through Speed Analysis. *Promet - Traffic & Transportation*, 29(2), 193-202.
- Fancello, G., Carta, M., & Fadda, P. (2019). Road intersections ranking for road safety improvement: Comparative analysis of multi-criteria decision making methods. *Transport Policy*, 80, 188-196.
- Farooq, D., Moslem, S., & Duleba, S. (2019). Evaluation of Driver Behavior Criteria for Evolution of Sustainable Traffic Safety. *Sustainability*, 11(11), 1-15.
- Febres, J. D., Mohamadi, F., Mariscal, M., Herrera, S., & García-Herrero, S. (2019). The Role of Journey Purpose in Road Traffic Injuries: A Bayesian Network Approach. *Journal of Advanced Transportation*, 2019, 1-10.
- Ferrer, A. Movilidad urbana segura. (2017). *Revista dos Transportes Públicos*, 39, 7-18.
- Gebru, M. K. (2017). Road traffic accident: Human security perspective. *International Journal of Peace and Development Studies*, 8(2), 15-24.
- Gonçalves, W. (2016). *Integração de Técnicas de Análise Multivariada e Método Multicritério para Localização de Centros de Distribuição*. Tese de Doutorado, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste, SP, Brasil.
- Han, Y., Wang, Z., Lu, X., & Hu, B. (2020). Application of AHP to Road Selection. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(2), 1-21.
- Hezaveh, A. M., Nordfjærn, T., Everett, J., & Cherry, C. R. (2019). The correlation between education, engineering, enforcement, and self-reported seat belt use in Tennessee: Incorporating heterogeneity and time of day effects. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 66, 379-392.
- International Business Machines (2019). (Statistics Desktop 23.0 trial version). [*Statistical Package for the Social Science – SPSS*]. Nova Iorque: IBM.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. (2010a). *População nos Censos Demográficos, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação*. Recuperado em 24 de novembro, 2019, de <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=4&uf=00>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. (2010b). *Distribuição percentual da população nos Censos Demográficos, segundo as Grandes Regiões, as Unidades da Federação e a situação do domicílio - 1960/2010*. Recuperado em 22 de junho, 2020, de <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=9&uf=00>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. (2019). *Tabelas de estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros*. Recuperado em 30 de outubro, 2019, de <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>.
- Khattak, S. B., Hussain, I., & Nawaz, R. (2019). Evaluating the Social Aspect of Sustainable Construction for Pakistan via Analytical Hierarchy Process. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 38(1), 93-100.
- Kitamura, Y., Hayashi, M., & Yagi, E. (2018). Traffic problems in Southeast Asia featuring the case of Cambodia's traffic accidents involving motorcycles. *IATSS Research*, 42(4), 163-170.



Citação (APA): Santos, D. V., Chiquieri, J., Freitas, R. R., & Gonçalves, W. (2020). Análise da percepção de segurança no trânsito urbano com apoio de método multicritério. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial "Gestão Pública", 205-226.

Kumar, A., Sah, B., Singh, A. R., Deng, Y., He, X., Kumar, P., & Bansal, R. C. (2017). A review of multi criteria decision making (MCDM) towards sustainable renewable energy development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 596-609.

Lagerstrom, E., Gilkey, D., Magzamen, S., Stallones, L., & Rosecrance, J. (2016). Understanding risk factor patterns in ATV fatalities: A recursive partitioning approach. *Journal of Safety Research*, 59, 23-31.

Lei n. 9.503, de 23 de setembro de 1997. (1997). Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Casa Civil.

Lei n. 12.587, de 3 de janeiro de 2012. (2012). Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Casa Civil.

Leitão, P. D. A., Bezerra, I. M. P., Santos, E. F. D. S., Ribeiro, S. D. L., Takasu, J. M., Carlesso, J. S., & Campos, M. F. (2019). Mortality due to traffic accidents, before and after the reduction of the average speed of motor vehicles in the city of São Paulo, Brazil, from 2010 to 2016. *Journal of Human Growth and Development*, 29(1), 83-92.

Maji, A., Velaga, N. R., & Urie, Y. (2018). Hierarchical clustering analysis framework of mutually exclusive crash causation parameters for regional road safety strategies. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 25(3), 257-271.

McIlroy, R. C., Plant, K. A., Hoque, M. S., Wu, J., Kokwaro, G. O, Nam, V. H., & Stanton, N. A. (2019). Who is responsible for global road safety? A cross-cultural comparison of Actor Maps. *Accident Analysis & Prevention*, 122, 8-18.

Ministério da Saúde - MS. (2014). Mortalidade - Brasil: Óbitos por ocorrência por Unidade da Federação segundo ano do óbito. *Datasus*. Recuperado em 08 de janeiro, 2020, de tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/obt10uf.def.

Ministério da Saúde - MS. (2015). Mortalidade - Brasil: Óbitos por ocorrência por Unidade da Federação segundo ano do óbito. *Datasus*. Recuperado em 08 de janeiro, 2020, de tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/obt10uf.def.

Ministério da Saúde - MS. (2016). Mortalidade - Brasil: Óbitos por ocorrência por Unidade da Federação segundo ano do óbito. *Datasus*. Recuperado em 08 de janeiro, 2020, de tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/obt10uf.def.

Ministério da Saúde - MS. (2017). Mortalidade - Brasil: Óbitos por ocorrência por Unidade da Federação segundo ano do óbito. *Datasus*. Recuperado em 08 de janeiro, 2020, de tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/obt10uf.def1.

Ministério da Saúde - MS. (2018). Mortalidade - Brasil: Óbitos por ocorrência por Unidade da Federação segundo ano do óbito. *Datasus*. Recuperado em 14 de agosto, 2020, de tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/obt10uf.def.

Mwebesa, M. E., Yoh, K., Inoi, H., & Doi, K. (2018). A new approach to cross-sector cooperation in road safety through a comparison of policies in selected countries. *IATSS Research*, 42(4), 197-206.

Obregón-Biosca, S. A., Betanzo-Quezada, E., Romero-Navarrete, J., & Ríos-Nuñez, M. (2018). Rating road traffic education. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 56, 33-45.

Oke, J. B., Aboutaleb, Y. M., Akkinepally, A., Azevedo, C. L., Han, Y., Zegras, P.C., Ferreira, J., & Ben-Akiva, M. E. (2019). A novel global urban typology framework for sustainable mobility futures. *Environmental Research Letters*, 14(9), 1-18.



Citação (APA): Santos, D. V., Chiquieri, J., Freitas, R. R., & Gonçalves, W. (2020). Análise da percepção de segurança no trânsito urbano com apoio de método multicritério. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial "Gestão Pública", 205-226.

Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD. *OECD Health Statistics 2019 - Definitions, Sources and Methods*. (2019). Recuperado em 16 de junho, 2020, de <https://stats.oecd.org/FileView2.aspx?IDFile=9dc6e690-fa1d-40fa-a279-b726e2616433>.

Pereira, J. V., Palmeira, R. M., & Reis, A. C. B. (2019). Apoio à decisão na prevenção de acidentes de trânsito: uma aplicação dos métodos AHP e PROMETHEE. *Singular Engenharia, Tecnologia e Gestão*, 1(1), 36-47.

Raicu, S., Costescu, D., Burciu, S. Rusca, F., & Rosca, M. (2016). Road Accident estimation model in urban areas. *Transport Problems*, 11(3), 33-42.

Ram, T., & Chand, K. (2016). Effect of drivers' risk perception and perception of driving tasks on road safety attitude. *Transportation Research Part F*, 42, 162-176.

Riaz, M. S., Cuenen, A., Dhondt, S., Craps, H., Janssens, D., Wets, G., Brijs, T., & Brijs, K. (2019). Evaluation of a Road Safety Education Program Based on Driving Under Influence and Traffic Risks for Higher Secondary School Students in Belgium. *Safety*, 5(2), 1-18.

Rivas, R. E. G. (2016). *Uso do método multicritério para tomada de decisão operacional tendo em conta riscos operacionais, à segurança, ambientais e à qualidade*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil.

Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.

Santos, R. O. S., Andrade, S. M. O., & Martins, B. S. T. P. (2017). Segurança e mobilidade no trânsito: percepção da população de uma capital do Brasil central. *Interações (Campo Grande)*, 18(4), 109-119.

Santos, P. H., Neves, S. M., Sant'Anna, D. O., Oliveira, C. H., & Carvalho, H. D. (2019). The analytic hierarchy process supporting decision making for sustainable development: An overview of applications. *Journal of cleaner production*, 212, 119-138.

Sarraf, R., & McGuire, M. P. (2020). Integration and comparison of multi-criteria decision making methods in safe route planner. *Expert Systems with Applications*, 154, 1-22.

Silva, M. C. F. (2018). *Classificação de riscos de contratos de concessão florestal com apoio da análise de decisão multicritério*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.

Stevenson, M., Thompson, J., Sá, T. H., Ewing, R., Mohan, D., McClure, R., Roberts, I., Tiwari, G., Giles-Corti, B., Sun, X., Wallace, M., & Woodcock, J. (2016). Land use, transport, and population health: estimating the health benefits of compact cities. *The Lancet*, 388(10062), 2925-2935.

Topolšek, D., Babić, D., & Fiolić, M. (2019). The effect of road safety education on the relationship between Driver's errors, violations and accidents: Slovenian case study. *European Transport Research Review*, 11(18), 1-8.

United Nations - UN. *Resolution 64/255 – Improving global road safety*. (2010). Recuperado em 01 de outubro, 2019, de <https://undocs.org/en/A/RES/64/255>.

United Nations - UN. *Resolution 70/1 – Transforming our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development* (2015). Recuperado em 09 de dezembro, 2019, de <https://undocs.org/A/RES/70/1>.

United Nations - UN. *Resolution 72/271 – Improving global road safety*. (2018). Recuperado em 01 de outubro, 2019, de <https://undocs.org/en/A/RES/72/271>.



Citação (APA): Santos, D. V., Chiquieri, J., Freitas, R. R., & Gonçalves, W. (2020). Análise da percepção de segurança no trânsito urbano com apoio de método multicritério. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial "Gestão Pública", 205-226.

United Nations - UN. *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. (2019). Recuperado em 22 de janeiro, 2020, de <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>.

Wegman, F. (2017). The future of road safety: A worldwide perspective. *IATSS Research*, 40(2), 66-71.

World Health Organization - WHO. (2015). *Global status report on road safety 2015*. Genebra: Organização Mundial de Saúde. Recuperado em 02 de março, 2020, de https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/status_report2015/en/.

World Health Organization - WHO. (2018). *Global status report on road safety 2018*. Genebra: Organização Mundial de Saúde. Recuperado em 16 de outubro, 2019, de <https://www.who.int/publications-detail/global-status-report-on-road-safety-2018>.

Zhang, G., Yau, K. K.W., & Chen, G. (2013). Risk factors associated with traffic violations and accident severity in China. *Accident Analysis & Prevention*, 59, 18-25.

Zhang, Y., Jing, L., Sun, C., Fang, J., & Feng, Y. (2019). Human factors related to major road traffic accidents in China. *Traffic Injury Prevention*, 20(8), 1-5.

