

Carlos Eduardo Sanches de Andrade  
(Organizador)

# O Desenvolvimento Sustentável do Sistema de Transportes do Brasil



Carlos Eduardo Sanches de Andrade  
(Organizador)

# O Desenvolvimento Sustentável do Sistema de Transportes do Brasil



2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Lorena Prestes  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobom – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
D451	<p>O desenvolvimento sustentável do sistema de transportes do Brasil [recurso eletrônico] / Organizador Carlos Eduardo Sanches de Andrade. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-855-7 DOI 10.22533/at.ed.557191912</p> <p>1. Transporte e Estado – Brasil. 2. Transportes – Brasil – Planejamento. I. Andrade, Carlos Eduardo Sanches de. CDD 380.5068</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “O Desenvolvimento Sustentável do Sistema de Transportes do Brasil” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 8 capítulos, estudos sobre o setor de transportes e seu desenvolvimento sustentável.

O tema é de grande relevância, pois o setor de transportes é vital para o crescimento do país, Tanto no transporte de passageiros quanto no transporte de cargas há inúmeros desafios a serem superados. O desenvolvimento econômico depende de um sistema de transporte bem estruturado e o desafio é estruturar o sistema de transporte de uma maneira sustentável.

O desenvolvimento sustentável do sistema de transportes do Brasil deve ser visto em seus aspectos econômicos, sociais e ambientais. Deve prover a solução efetiva de menor custo, que ofereça maior mobilidade e segurança e que tenha o menor impacto ambiental possível. Os capítulos apresentados abordam temas ligados a esses aspectos,

A tecnologia tem um papel preponderante nesse desenvolvimento e é preciso sempre ficar atento às inovações tecnológicas que ofereçam maior qualidade ao serviço de transporte. Os denominados ITS – *Intelligent Transportation Systems* são sistemas de transporte que utilizam as tecnologias da informação e comunicação e são cada vez mais aperfeiçoados e utilizados.

Ferramentas tradicionais de modelagem, otimização e pesquisa operacional ajudam a planejar um sistema de transporte sustentável. A boa gestão das empresas de transporte também é importante para a efetividade do sistema.

No contexto brasileiro, com inúmeros rios, o transporte fluvial oferece uma grande oportunidade de transporte sustentável a ser explorada, sendo capaz de atender tanto ao transporte de passageiros quanto ao de carga.

O setor de transporte é grande emissor dos gases de efeito estufa, que produzem um impacto ambiental considerável, as alterações climáticas. Assim, o desenvolvimento do transporte sustentável deve mitigar essas emissões.

Agradecemos aos autores dos diversos capítulos apresentados e esperamos que essa compilação seja proveitosa para os leitores.

Carlos Eduardo Sanches de Andrade.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>17</b>
ADAPTAÇÃO DA FERRAMENTA QFD PARA ANÁLISE DA POTENCIALIDADE DE ITS NA SEGURANÇA VIÁRIA	
Christine Tessele Nodari Noara Foiatto Maurício Castilhos de Oliveira Francisco Marchet Dalosto Maria Beatriz Berti da Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5571919121</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>17</b>
CARACTERIZAÇÃO E MODELAGEM DAS VIAGENS EM MOTOCICLETAS EM PÓLOS UNIVERSITÁRIOS: O CASO DA UNIVERSIDADE NACIONAL DE LA RIOJA, ARGENTINA	
Violeta Silvia Irene Depiante Patricia Mónica Maldonado Jorge José Galarraga	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5571919122</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>33</b>
MODELO DE OTIMIZAÇÃO PARA O CONTROLE ATIVO DO PLANO DE TEMPORIZAÇÃO SEMAFÓRICA DE INTERSEÇÕES	
Samara Soares Leal Paulo Eduardo Maciel de Almeida José Elievam Bessa Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5571919123</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>39</b>
A PESQUISA OPERACIONAL COMO FERRAMENTA DE APOIO À ELABORAÇÃO DE ROTEIROS TURÍSTICOS	
Admilson Alcântara da Silva Reinaldo Morabito Neto Vitória Maria Miranda Pureza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5571919124</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>52</b>
SISTEMÁTICA DE GERENCIAMENTO E ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO UMA ABORDAGEM ORIENTADA PARA A GESTÃO DE EMPRESAS DE TRANSPORTE URBANO DE PASSAGEIROS POR ÔNIBUS	
Oneida Barros Bezerra Sérgio Fernando Mayerle	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5571919125</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>65</b>
TRANSPORTE FLUVIAL POR EMBARCAÇÕES MISTAS: UMA VISÃO ECONÔMICA A PARTIR DO MODELO ECD	
Lucas Gabriel Melo da Silva Márcio Antônio Couto Ferreira Salomão Franco Neves Edilson Pinto Barbosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5571919126</b>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>79</b>
A INFRAESTRUTURA URBANA DE TRANSPORTES E O AQUECIMENTO GLOBAL: UM ESTUDO SOBRE POSSÍVEIS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO	
Berta Castelar Pinheiro	
Suzana Kahn Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.5571919127	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>94</b>
A CONTRIBUIÇÃO DOS SISTEMAS METROVIÁRIOS PARA O ATINGIMENTO DAS METAS DE REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA – ESTUDOS EM METRÔS DO BRASIL E DE PORTUGAL	
Carlos Eduardo Sanches de Andrade	
Márcio de Almeida D’Agosto	
DOI 10.22533/at.ed.5571919128	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>107</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>108</b>

## ADAPTAÇÃO DA FERRAMENTA QFD PARA ANÁLISE DA POTENCIALIDADE DE ITS NA SEGURANÇA VIÁRIA

### **Christine Tessele Nodari**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Escola de Engenharia de Produção  
Porto Alegre - RS

### **Noara Foiatto**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Escola de Engenharia de Produção  
Porto Alegre - RS

### **Maurício Castilhos de Oliveira**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Escola de Engenharia de Produção  
Porto Alegre - RS

### **Francisco Marchet Dalosto**

Universidade Federal de Santa Maria, Curso de  
Engenharia de Transporte e Logística  
Cachoeira do Sul - RS

### **Maria Beatriz Berti da Costa**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Escola de Engenharia de Produção  
Porto Alegre - RS

**RESUMO:** A complexidade da interação entre veículo, homem e via dificulta a escolha de intervenções apropriadas à gestão da segurança viária. Cabe ao gestor escolher aquelas que atendam às demandas de segurança dos usuários e que sejam técnica e operacionalmente viáveis. Este artigo propõe uma ferramenta de suporte à decisão na gestão da segurança viária com uma

adaptação da ferramenta QFD (*Quality Function Deployment*), a qual se deu o nome de SFD (*Safety Function Deployment*). Sua estrutura e uso são apresentados em uma aplicação voltada à escolha de Sistemas Inteligentes de Transportes (*Intelligent Transportation Systems*). Entre os resultados, destaca-se que, embora o requisito de segurança demandada “Condução livre de efeito de álcool/drogas” tenha sido priorizado por especialistas, o item priorizado pela aplicação do SFD não está diretamente ligado a esse requisito, e sim ao controle da velocidade, visto que ele atende a outros requisitos de segurança demandada e restrições incluídas na análise realizada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Segurança Viária, Desdobramento das Funções da Qualidade (QFD), Desdobramento da Função Segurança (SFD), Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS).

**ABSTRACT:** The complexity of the interaction between vehicle, human and road hampers the choice of appropriate interventions for road safety management. It is up to the manager to choose those that meet user’s safety demands and that are both technically and operationally feasible. This paper proposes a decision support tool for road safety management with an adaptation of the QFD (*Quality Function Deployment*) tool, which was named SFD

(Safety Function Deployment). Its structure and use are presented in an application aimed at the choice of Intelligent Transportation Systems. Among the results, it is worth highlighting that, although the safety requirement demanded “alcohol/drug free driving” has been prioritized by specialists, the item prioritized by the application of the SFD is not directly linked to that requirement but to speed control, since such ITS meets several other road safety requirements demanded and constraints included in the analysis performed.

**KEYWORDS:**Road Safety, Quality Function Deployment (QFD), Safety Function Deployment (SFD), Intelligent Transportation Systems (ITS)

## 1 | INTRODUÇÃO

As perdas decorrentes dos acidentes viários têm sido foco de preocupação crescente nas instituições governamentais, não governamentais e população em geral. Entre estas perdas destacam-se as mortes decorrentes desses acidentes. Dados da Organização Mundial da Saúde – OMS – indicam que os acidentes viários são a principal causa de morte entre jovens de 15 a 19 anos (WHO, 2017). No Brasil, segundo fontes do Ministério da Saúde, a acidentalidade no trânsito foi responsável por 37.306 mortes e 204.000 feridos hospitalizados em 2015 (DATASUS, 2015). Para reverter estas estatísticas indesejadas, faz-se urgente a implantação de ações com foco na melhoria da segurança viária.

De modo geral, as ações para melhoria da segurança viária estão associadas aos três componentes: o homem, a via e o veículo. Melhorias de segurança devem ser focadas no atendimento de requisitos, normalmente, associados aos componentes da segurança viária e/ou às interfaces entre eles. O condutor estar livre do efeito de álcool é um exemplo de requisito de um sistema viário seguro associado ao componente humano. A instalação de um sistema automático de identificação de alcoolemia no veículo que impeça que o condutor alcoolizado acione o motor e conduza o veículo é um exemplo de intervenção associada à interface veículo-homem voltada para garantir o cumprimento do requisito de segurança mencionado (Vanlaar *et al.*, 2017).

Outros exemplos de requisitos ou necessidades de segurança e de possíveis intervenções para atender esses requisitos podem ser elencados. Cabe aos gestores de segurança viária escolherem, entre as intervenções possíveis, aquelas que melhor atendam aos requisitos de segurança demandados. Diferentes intervenções para melhoria da segurança se diferenciam por aspectos como nível de impactos gerados, custos de implantação e níveis de aceitação.

Com a finalidade de auxiliar na tomada de decisão relativa à escolha de intervenções de segurança viária, este artigo propõe uma adaptação da ferramenta tradicionalmente usada na gestão da qualidade chamada de Desdobramento da Função Qualidade – QFD (*Quality Function Deployment*). No âmbito da gestão da

segurança viária, a ferramenta adaptada recebe o nome de SFD referenciando-se ao Desdobramento da Função Segurança (*Safety Function Deployment*). Para testar o potencial do SFD, é feita uma análise relacionando algumas intervenções envolvendo o uso de Sistemas Inteligentes de Transportes e requisitos de segurança demandada em um ambiente rodoviário. No tráfego rodoviário, o uso intensivo de tecnologia de informação e comunicação, tanto na via quanto no próprio veículo, está sendo cada vez mais empregado, seja por conforto, seja por segurança. Estas tecnologias geralmente são conhecidas como Sistemas Inteligentes de Transportes ou do inglês *Intelligent Transportation Systems – ITS*.

Este artigo está organizado em 5 seções incluindo esta introdução. Na seção 2, é apresentada uma revisão teórica sobre o uso de ITS na segurança viária; a seção 3 apresenta a adaptação da ferramenta QFD em uma ferramenta aqui chamada de SFD. Por fim, as seções 4 e 5 trazem, respectivamente, uma aplicação da ferramenta adaptada e os principais resultados desta aplicação.

## 2 | SEGURANÇA VIÁRIA E ITS

Os ITS estão diretamente relacionados a diversas tecnologias eletrônicas e de informações que, integradas à infraestrutura dos transportes e/ou a veículos, podem melhorar as condições relativas a congestionamentos, à segurança pública, à cobrança de tarifas (pedágios, meios de transportes); entre outros (ETSC, 1999). Neste contexto, diferentes experiências de ITS têm se mostrado bem-sucedidas no apoio à solução de problemas relativos à segurança viária. Ao considerar, por exemplo, o grupo voltado para a melhoria da segurança viária, é possível destacar tecnologias como sistema de rastreamento ocular e sistema de notificação de fadiga (Crabb *et al.*, 2010 e Meng *et al.*, 2016), sistemas de adaptação de velocidade (Prashanth *et al.*, 2014) e sistemas de monitoramento de alcoolemia (Kulkarni e Wafgaonka, 2014). Como aplicação prática, tem-se a oportunidade de, por meio de sistemas de rastreamento ocular, alertar motoristas automaticamente em caso de detecção de sonolência ao volante, prevenindo acidentes potencialmente graves tanto em ambiente urbano quanto em rodovias rurais (Pomarjanschi *et al.*, 2012).

Como exemplos de necessidades de segurança para a operação segura de um veículo em uma rodovia, têm-se a velocidade moderada, a manutenção do veículo no leito da via, a baixa variabilidade das velocidades praticadas em uma via e a ausência de motoristas alcoolizados. Existe uma gama de ITS capazes de auxiliar os usuários da via, atendendo a estas demandas de segurança. A Figura 1 apresenta alguns tipos de ITS, suas finalidades, funcionalidades e efeitos para segurança viária.

Categoria do ITS	Especificação do ITS	Efeito na segurança viária
Controle de veículo	Controle eletrônico de estabilidade	Evitar derrapagem do veículo em uma curva ou ao fazer uma manobra (sistema autônomo)
	Sistema de auxílio de permanência na pista	Intervir ao atravessar as faixas da via (por vídeo no veículo e condução assistida por servo)
Prevenção de transgressão da lei	Adaptação inteligente de velocidade	Fornecer informação sobre o limite de velocidade, alertando ou intervindo quando o mesmo é excedido
	Identificação eletrônica de veículo	Localizar e acompanhar um veículo na rede viária, podendo ser usado para apreensão ao exceder velocidade
	Controle de cinto de segurança	Permitir a ignição do veículo somente utilizando o cinto de segurança
Apoio à observação e interpretação de situações	Sistema de evasão e detecção de colisão	Alertar ou intervir quando um objeto é detectado na frente do veículo ou em tráfego transversal
	Sistema de planejamento de viagem	Uso de celular para planejamento de rota e informação antecipada
	Sistema de notificação de emergências	Acionar a emergência mais próxima ao identificar a ocorrência de acidente com um veículo
	Sistema de visão noturna	Aprimorar visão noturna para detectar pedestres/ciclistas a tempo
Redução temporária da aptidão para dirigir	Sistema de alerta de distração	Detectar desvios da atividade cerebral, do movimento dos olhos e do comportamento, alertando ou intervindo
	Dispositivo de bloqueio de alcoolemia	Impedir a ignição do veículo ao identificar determinada concentração de álcool

Figura 1: Síntese de ITS que impedem situações ou ações inseguras durante a condução

Existem ITS que são aplicados diretamente à segurança viária e aqueles que possuem apenas consequências nela. O primeiro grupo pode ser subdividido em: (i) sistemas que previnem a participação insegura de um condutor no tráfego viário, (ii) sistemas que previnem situações ou ações inseguras de um motorista durante a condução e (iii) sistemas que auxiliam na redução da severidade de um acidente. Já o outro grupo possui como objetivo principal o conforto ou gerenciamento de tráfego, logo impactando positivamente na segurança viária (SWOV, 2010).

Um exemplo de ITS diretamente aplicado à segurança viária é o controle eletrônico de estabilidade que, conforme Chouinard e Lécuyer (2011), é um sistema que evita acidentes por derrapagem. O funcionamento é dado por sensores que monitoram o sentido no qual o veículo está se movendo e a direção do interior dele. Quando não estão em sincronia, o sistema aciona os freios de modo a fazer correções na dianteira ou na traseira do veículo impedindo que ele derrape. Este sistema também consegue

regular a potência do motor para que a roda não perca aderência em pavimentos escorregadios.

Há também o sistema de auxílio de permanência na pista que serve para ajudar o condutor a se manter na pista de rolamento enquanto dirige. Amditis *et al.* (2010) explanam que a técnica mais utilizada para obter este resultado utiliza sensores de imagem que conseguem detectar as marcações das faixas de sinalização horizontal distantes em até 50 metros. No entanto, também é possível adicionar técnicas complementares de predição da geometria da via a partir de *Global Positioning System* – GPS. Além disso, existem maneiras comuns de alertar o motorista por resposta tátil ou auditivas na direção.

Existem ainda os sistemas responsáveis por evitar acidentes. McLaughlin *et al.* (2008) citam a utilização de sensores como radar, laser infravermelho e ultrassom. Segundo Harper *et al.* (2016) são exemplos deste tipo de ITS o aviso de colisão dianteira que detecta objetos à frente e alerta o motorista sobre possível colisão; o aviso de saída de pista que monitora as marcações das faixas de sinalização horizontal e alerta o condutor caso ele esteja saindo da faixa e o monitoramento de ponto cego que controla os pontos cegos para trás e para os lados e emite um alerta caso um carro entre nestes pontos.

Um sistema bloqueador de ignição devido ao uso de álcool, por sua vez, serve para impedir que um condutor alcoolizado ligue seu carro. Neste caso, o motorista deve assoprar um etilômetro conectado à ignição ou algum outro dispositivo de bordo a fim de dar partida no veículo. Além do teste inicial, o condutor deve assoprar o aparelho diversas vezes durante a viagem de forma a garantir sua sobriedade (Vanlaar *et al.*, 2017).

O sistema automático de notificação de emergência serve para avisar às autoridades competentes sobre um acidente recém ocorrido com um veículo por meio de um algoritmo que determina sua desaceleração. Ao ser maior que um valor limite, o dispositivo interpreta que houve uma colisão e envia informações como severidade e direção do impacto, latitude e longitude aos serviços de emergência (Akella *et al.*, 2003).

### 3 | DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

A proposição da ferramenta de suporte à decisão na gestão da segurança viária (SFD – *Safety Function Deployment*) foi construída a partir da adaptação da ferramenta QFD (*Quality Function Deployment*). Assim, nesta seção são apresentadas

características da ferramenta original e as adaptações realizadas.

### 3.1 . Adaptação conceitual do QFD para SFD

Na década de 70, os professores japoneses Shigeru Mizuno e Yoji Akao desenvolveram a ferramenta QFD, em português Desdobramento da Função Qualidade, com a finalidade de integrar as necessidades expressas pelos clientes ao desenvolvimento de produtos e processos (Fernandes e Rebelato, 2006). O propósito do QFD baseia-se em assegurar que os requisitos do cliente sejam considerados em todo o processo (Lee, 2000). Neste contexto, o QFD pode ser considerado uma metodologia de planejamento que está baseada no conhecimento do mercado e na tradução dos desejos e necessidades do cliente em características mensuráveis de projeto de produtos ou de serviços.

A matriz de segurança viária do SFD aqui proposta objetiva relacionar os requisitos de segurança demandada (necessidades dos usuários), com as características operacionais de segurança viária decorrentes da aplicação de ITS, de forma análoga a estrutura da Matriz de Qualidade no modelo conceitual do QFD.

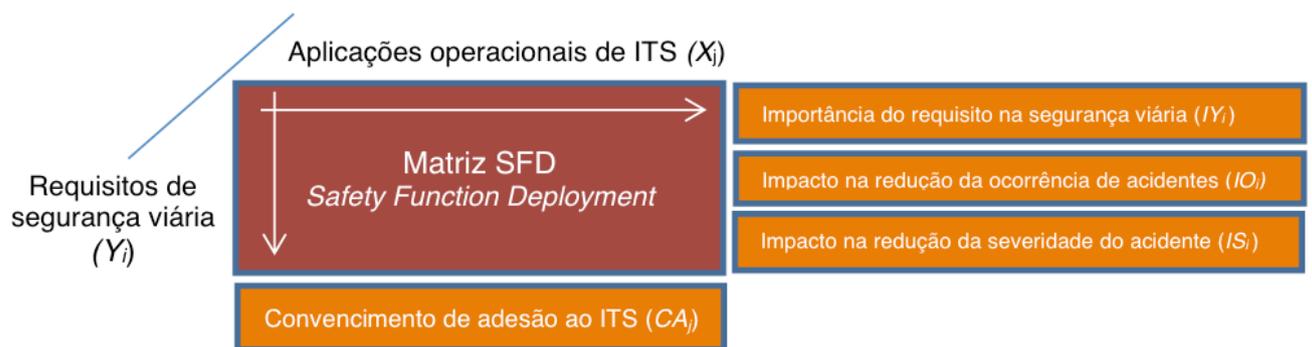


Figura 2: Relacionamento entre as variáveis Y e X da matriz SFD

Para Stevenson (2001), a lógica do QFD está baseada em uma abordagem estruturada para se integrar “a voz do cliente” ao processo de desenvolvimento do produto ou serviço. Na adaptação para o SFD, “a voz do cliente” foi incorporada na especificação da “segurança demandada”, que corresponde à “qualidade demandada” do QFD. A segurança demandada pode ser identificada na Figura 2 como requisitos de segurança viária. Estes itens representam “o que” se deseja tanto na matriz QFD como na adaptação para SFD.

No local da matriz do QFD onde são incluídos os requisitos do produto ou dos processos, foram colocadas as aplicações operacionais de ITS na adaptação para matriz SFD. Estes itens representam “como” serão atendidos os requisitos de qualidade demandada definidos anteriormente. Destaca-se que, neste artigo, foi estudado um conjunto aplicações operacionais de ITS, no entanto nesta parte da matriz poderiam ter sido incluídos outros conjuntos de produtos ou processos que se caracterizassem em alternativas para atender à segurança demandada.

Características dos requisitos da segurança demandada e restrições das aplicações operacionais de ITS foram incluídas na análise da matriz de SFD. Na aplicação aqui apresentada, os requisitos de segurança foram ponderados pela sua influência na ocorrência e na severidade dos acidentes. Como exemplo, pode-se citar que a “existência de áreas de escape” tem maior influência na redução da severidade de um acidente do que na sua ocorrência propriamente dita. Como restrição à aplicação operacional dos ITS estudados, inclui-se na análise uma ponderação das alternativas analisadas quanto intenção/convencimento de adesão ao uso ou instalação dos dispositivos. Esta ponderação permite relativizar a priorização dos ITS no seu potencial de melhoria à segurança considerando aspectos que influenciam no seu uso e não apenas seu impacto direto na provisão de segurança.

### 3.2 Aplicação da Matriz SFD

Para a aplicação da matriz SFD foi adotado o modelo conceitual do QFD para o setor de serviços proposto por Ribeiro *et al.* (2001). Segundo Ribeiro *et al.* (2001) recomenda-se, inicialmente, uma pesquisa de mercado por meio das 3 etapas listadas a seguir, que compreende ao levantamento dos requisitos do cliente (segurança demandada –  $Y_j$ ) e a priorização (importância relativa –  $IY_j$ ) dada às demandas segundo a percepção do usuário:

- Etapa 1: Organização da fase qualitativa (ou pesquisa preliminar);
- Etapa 2: Elaboração da árvore de qualidade demandada dos resultados da fase qualitativa;
- Etapa 3: Elaboração do questionário fechado.

A etapa 1 foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica acerca de necessidades/requisitos de segurança no ambiente viário. A partir da listagem destas necessidades, foi executada a etapa 2 onde estruturou-se, por meio de um grupo focado, a árvore da segurança demandada em um sistema rodoviário (Figura 3). A elaboração dos questionários fechados (etapa 3) atendeu a duas pesquisas: uma com um grupo de especialistas e outra com grupo de usuários, as quais foram ponderadas por importância e por adesão respectivamente, com a utilização de diferentes escalas para a análise de seus resultados.

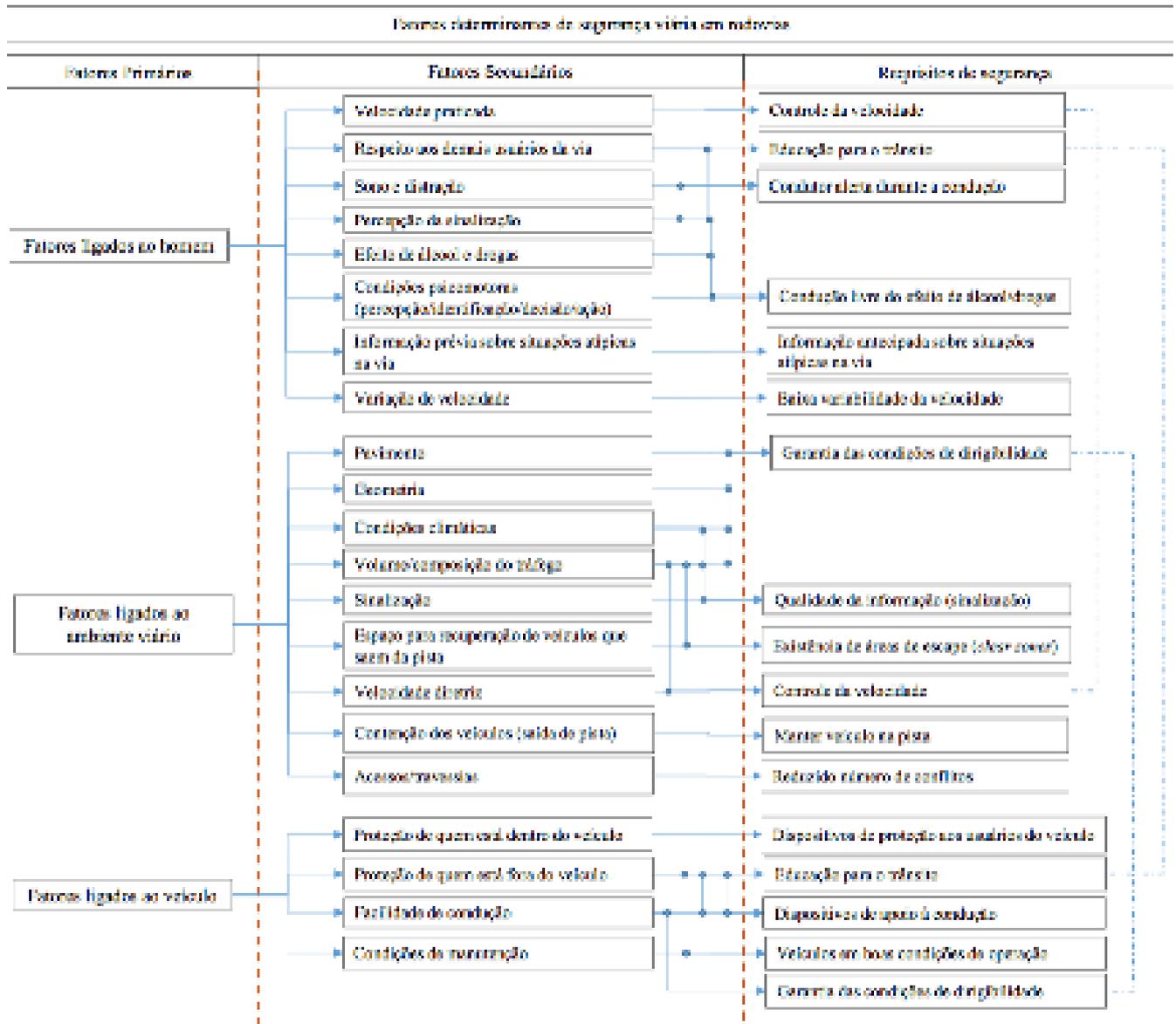


Figura 3: Árvore de segurança viária demandada

A pesquisa direcionada ao grupo de especialistas em segurança viária, realizada por meio eletrônico, baseou-se na pergunta: qual a importância dos requisitos de segurança viária? Como resultado da pesquisa tem-se a Tabela 1, e as respostas seguiram uma escala de importância de 1 (baixa), 2 (média), 5 (alta) e 10 (muito alta). Todos os 9 participantes responderam, sendo eles professores de universidades federais do Brasil e atuantes em pesquisas relacionadas à segurança viária. Os resultados de maior ponderação, “condução livre do efeito de álcool/drogas” e “controle de velocidade”, são estudados de maneira sistemática no âmbito de segurança viária e consistem fatores que mais inferem mudanças em curto prazo na segurança viária (Ramaekers *et al.*, 2004; DETRAN-MS, 2016; DAER-RS, 2012).

Descrição do requisito de segurança	Escala de importância				Média Ponderada
	Baixa	Média	Alta	Muito alta	
Controle da velocidade		1	1	6	10,06%
Manter veículo na pista		2	4	2	6,61%
Baixa variabilidade da velocidade	1		5	2	6,91%
Informação antecipada sobre situações atípicas		3	3	2	6,16%
Conductor alerta durante a condução		1	4	3	7,81%
Condução livre de efeito de álcool/drogas			1	7	11,26%
Educação para o trânsito		2	5	1	5,86%
Reduzido número de conflitos		4	1	3	6,46%
Qualidade da informação (sinalização)			4	4	9,01%
Existência de áreas de escape (criar zonas)		1	5	2	7,06%
Garantia das condições de dirigibilidade (inclui condições climáticas, geometria da via)		1	6	1	6,31%
Veículos em boas condições de operação		3	4	1	5,41%
Dispositivos de apoio à condução	1	4	3		3,60%
Dispositivos de proteção aos usuários			6	2	7,51%

Tabela 1: Resultado da pesquisa sobre importância para os requisitos de segurança viária

Por meio de revisão bibliográfica, foi selecionado um conjunto de aplicações operacionais de ITS. Este conjunto de ITS foi submetido a uma pesquisa sobre a intenção/convencimento de adesão aplicada aos condutores (usuários) de sistemas de transporte, com a pergunta: você estaria disposto a instalar no seu veículo (sem considerar custo) os seguintes dispositivos de segurança? As respostas seguiram uma escala de 1 (pouco provável) a 4 (com certeza) e, ao total, foram 117 respondentes (Tabela 2). Essa amostra de respondentes foi considerada por conveniência para aplicação da ferramenta SFD proposta.

Descrição do ITS	Escala para adesão			
	1	2	3	4
Controlador eletrônico de estabilidade (evita derrapagem do veículo em curvas ou ao fazer uma manobra)	8	5	13	90
Sistema de vídeo que auxilia a permanência do veículo na pista	9	16	23	68
Adaptador inteligente de velocidade (ajusta a velocidade do veículo à via; piloto automático)	17	17	25	57
Um aparelho que identifica seu veículo eletronicamente na rede viária (localização e velocidade)	25	23	31	37
Controle de cinto de segurança (somente permite a ignição do veículo utilizando o cinto de segurança)	21	14	9	72
Sistema de evasão e detecção de colisão (alerta ou intervém quando algo é detectado na frente do veículo ou em possível colisão)	6	9	29	72
Sistema de planejamento de viagem (uso de celular para planejamento de rota e informação antecipada)	2	5	19	90
Sistema de notificação de emergências (acionar a emergência mais próxima ao identificar a ocorrência de acidente com um veículo)	4	3	13	96
Sistema de visão noturna (imagem no painel que permite uma melhor identificação de pedestres/ciclistas à noite)	6	8	17	85
Sistema de alerta de distração (detectar desvios da atividade cerebral, do movimento dos olhos e do comportamento, alertando ou intervindo)	16	14	32	54
Bloqueador automático de ignição devido ao uso de álcool e drogas (substâncias psicomotoras)	23	12	17	64

Tabela 2: Resultado da pesquisa sobre intenção/convencimento de adesão aos dispositivos de segurança (ITS)

Cada um dos requisitos da segurança demandada foi ainda avaliado pelos autores segundo os critérios de Impacto na redução da ocorrência de acidentes –  $IO_i$  e de Impacto na severidade do acidente –  $IS_i$ . As escalas adotadas para avaliar esses critérios adotados na matriz SFD ( $IO_i$ ,  $IS_i$ ) são apresentadas na Tabela 3.

Descrição do índice	Legenda			
Impacto na redução da ocorrência de acidentes ( $IO_i$ )	Baixo 0,5	Médio 1	Alto 1,5	Muito alto 2
Impacto na redução da severidade do acidente ( $IS_i$ )	Baixo 0,5	Médio 1	Alto 1,5	Muito alto 2

Tabela 3: Escala dos índices  $IO_i$  e  $IS_i$  usados na matriz SFD

Para priorizar a importância dos requisitos de segurança –  $Ireq_p$ , são ponderados os indicadores de impacto na redução da ocorrência de acidentes –  $IO_i$  e os indicadores de impacto na redução da severidade do acidente –  $IS_i$ , juntamente com o resultado da pesquisa de importância dos requisitos de segurança demandada –

$IY_i$  por meio da equação 1. O resultado desta priorização é apresentado por meio de um gráfico de Pareto (Figura 4).

$$Ireq_i = IY_i * \sqrt{IO_i} * \sqrt{IS_i} \quad (1)$$

em que:

$IY_i$ : segurança demandada do requisito  $Y_i$  resultante de pesquisa aplicada a um grupo de especialistas;

$IO_i$ : impacto do requisito  $Y_i$  na redução da ocorrência de acidentes; e

$IS_i$ : impacto do requisito  $Y_i$  na redução da severidade do acidente.



Figura 4: Gráfico de Pareto das importâncias ponderadas aos requisitos de segurança –  $Ireq_i$

O desdobramento dos requisitos de segurança nos ITS considerados ocorre por meio do preenchimento do corpo da matriz SFD (figura 5), onde são apresentados os relacionamentos entre as aplicações operacionais dos ITS (coluna) e os requisitos de segurança demandada (linhas). Foram atribuídos, pelos autores, notas 1, 2 ou 3 em função da intensidade destes relacionamentos. Caso não haja relacionamento, a célula correspondente deve ser deixada em branco, uma vez que o preenchimento com zero prejudicaria as análises que adotam equações multiplicativas. Considerando o preenchimento da primeira célula da matriz, foi feita a seguinte pergunta: Em que nível (baixo, médio ou alto) o requisito de segurança “Controle de velocidade” é atendido pelo ITS “Controle eletrônico de estabilidade”? A nota 1 atribuída reflete um baixo relacionamento. Este procedimento foi repetido para todas as células do corpo da matriz onde se relacionam ITS e requisitos de segurança.

Requisitos de segurança viária (Y)	Aplicações operacionais de ITS (X)										Importância na segurança demandada (IY)	Impacto na redução da ocorrência de acidentes (IO)	Impacto na redução da seriedade do acidente (IS)	Importância do requisito de segurança (Ireq)	
	Controle eletrônico de estabilidade	Sistema de visão que auxilia a permanência do veículo na pista	Adeptador inteligente de velocidade	Identificação eletrônica de veículo (localização e velocidade)	Controle do uso do cinto de segurança	Sistema de aviso e detecção de colisão	Sistema de planejamento de viagem	Sistema de notificação de emergências	Sistema de ruído noturno	Sistema de alerta de distração					Bloqueador automático de ignição devido ao uso de álcool e drogas
Controle da velocidade	1	1	3	3			1		1	3		18	3	3	8,3
Mantém veículo na pista	3	3	3	2		1			1	3		18	3	3	8,3
Baixa variabilidade da velocidade	2	1	3	2					1	2		18	2	2	11,3
Informação antecipada sobre situações atípicas			2	3		3	3		2			18	1	0	4,4
Condutores alerta durante a condução							2			3		18	2	0	6,3
Condição livre de efeito de álcool/drogas										3		18	2	0	9,4
Educação para o trânsito					1		1				2	18	2	0	4,9
Reduzido número de conflitos							1		2			18	1	0	4,7
Qualidade da informação (sinalização)		1						1				18	2	0	7,5
Existência de áreas de escape (área livre)												18	1	1	8,3
Garantia das condições de dirigibilidade		2						1				18	2	2	10,5
Veículos em boas condições de operação	3											18	2	0	4,3
Dispositivos de apoio à condução	3	3	3		2	3	3		3	2		18	1	0	2,6
Dispositivos de proteção aos usuários					3			2				18	0	1	6,3
Importância ponderada do ITS (IPits)	8,3	8,3	12,6	4,6	2,8	2,9	7,3	1,2	6,2	10,3	5,7				
Convencimento de adesão ao ITS (CA)	5,8	5,3	3,13	1,7	1,1	3,5	3,3	5,8	5,8	3,13	5,1				
Pontuação	51,7	30,2	39,5	23,8	9,3	10,4	24,8	4,8	22,8	33,4	11,9				

Figura 5: Representação da matriz de segurança demanda – (SFD)

O vetor de notas recebido por cada um dos ITS foi então multiplicado pelo vetor de importância dos requisitos de segurança –  $Ireq$ . Desta forma, tem-se a importância ponderada de cada ITS estudado –  $IPits$ . Os resultados referentes à priorização das aplicações operacionais dos ITS, por sua vez, são obtidos por meio da equação 2, que inclui o desdobramento dos requisitos de segurança e o convencimento de adesão a cada ITS relacionado na pesquisa.

$$Pontuação_j = IPits_j * \sqrt{CA_j} \quad (2)$$

em que:

$IPits_j$ : importância ponderada de cada ITS estudado e

$CA_j$ : convencimento de adesão ao ITS com valores resultantes da pesquisa aplicada a um grupo de condutores.

A linha referente à  $pontuação_j$ , na Figura 5, indica a priorização das aplicações operacionais dos ITS considerados na matriz SFD. Como resultado, obteve-se que os ITS de maior pontuação foram: (i) adaptador inteligente de velocidade, (ii) sistema de alerta de distração, (iii) controle eletrônico de estabilidade; indicando que estes devem ser os sistemas priorizados para atendimento dos requisitos de segurança pesquisados.

#### 4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os requisitos de segurança e as aplicações operacionais de ITS compõe a base da matriz SFD. Complementarmente, a atribuição de ponderações a estes itens foi composta pelos resultados das pesquisas de mercado e por um grupo de especialistas em segurança viária.

Dos requisitos de segurança demandada o item de maior priorização na pesquisa com especialistas foi “condução livre de efeito de álcool/drogas” seguido do “controle da velocidade”. Em uma primeira avaliação, sem considerar o desdobramento da função segurança propiciada pelo SFD, seria natural priorizar a adoção de aplicações operacionais de ITS que atendessem a este requisito (bloqueador automático de ignição devido ao uso de álcool e drogas). No entanto, a ferramenta proposta permite incluir na análise os seguintes aspectos (i) o fato dos ITS analisados poderem atender, simultaneamente, a diferentes requisitos de segurança; (ii) a inclusão de características relevantes dos requisitos de segurança e (iii) limitações dos ITS analisados como, por exemplo, a intenção de adesão. Assim, com a ferramenta SFD, a priorização dos ITS a serem adotados foi alterada, passando a ser mais indicado, frente das restrições e características analisadas, a adoção do “adaptador inteligente de velocidade”, seguido pelo “sistema de alerta de direção”.

Importante destacar que a priorização dos ITS é resultante da sua pontuação final em que a importância ponderada –  $IPits_j$  foi multiplicada pela restrição relativa ao convencimento de adesão ao ITS –  $CA_j$ . Nesta aplicação apresentada, não houve alteração expressiva na priorização após a consideração desta restrição, no entanto a consideração de outras restrições, como o custo de implantação, por exemplo, poderia provocar maiores alterações na priorização dos ITS.

Como resultado adicional das pesquisas realizadas com o grupo de especialistas em segurança viária e com o grupo de condutores, foram obtidas algumas sugestões. Entre elas destacam-se: os requisitos de segurança “restrições de motoristas jovens” e “rigor na habilitação de condutores” as opções de ITS “bloqueador de sinal de celular” e “carros com sensor de gases tóxicos na cabine para evitar acidentes e casos de suicídio”. Observa-se, também, que nenhum dos ITS considerados no estudo atendiam o requisito de segurança “existência de áreas de escape (*clear zones*)”. Por isso, todas as células relacionadas a este requisito na matriz SFD ficaram em branco.

## 5 | CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou uma adaptação da ferramenta QFD, usada na gestão da qualidade para aplicação na gestão da segurança viária. Para construir e testar a ferramenta adaptada, chamada de SFD (*Safety Function Deployment*), foi feita uma análise relacionando algumas intervenções envolvendo o uso de Sistemas Inteligentes de Transportes e requisitos de segurança demandada em um ambiente rodoviário. O objetivo do uso do SFD é apoiar a tomada de decisão relativa à escolha de intervenções de segurança viária por meio de uma análise robusta dos elementos envolvidos na decisão.

O desenvolvimento do estudo partiu da análise de um conjunto aplicações operacionais de ITS com potencial de atender aos requisitos de segurança especificados. Uma avaliação preliminar dos ITS selecionados, a partir da revisão da teoria, evidenciou que alguns possíveis ganhos de segurança propiciados pela adoção de ITS podem ser, deliberadamente ou inconscientemente, neutralizados pela confiança excessiva nos dispositivos de segurança. Um exemplo disso foi encontrado no trabalho de Elvik e Voll (2014) que sugere que condutores de trem adaptavam o seu comportamento ao ambiente mais seguro, confiando que o controle automático do trem iria intervir se a velocidade adotada fosse muito elevada. Este aspecto possivelmente associado ao uso de ITS não foi considerado neste trabalho.

Segundo James *et al.* (2016) o veículo autônomo, no âmbito da segurança, leva a uma redução substancial no número de acidentes. Essa afirmação é coerente com o resultado deste artigo que prioriza os ITS “Adaptador inteligente de velocidade”, “Sistema de alerta de distração” e “Controle eletrônico de estabilidade”, que são tecnologias também empregadas na operação de veículos autônomos. Entende-se que esse fato reforça a importância dos ITS priorizados nessa aplicação do SFD mostrando que realmente são relevantes no atendimento aos requisitos de segurança demanda estudados.

Cabe destacar que o ITS priorizado pela análise da Matriz SFD não está diretamente ligado ao requisito de segurança priorizado na pesquisa junto a

especialistas. É neste ponto que reside uma importante virtude da aplicação da ferramenta SFD proposta. Por meio das ponderações realizadas e do desdobramento da associação entre as importâncias dos requisitos de segurança e os diferentes dispositivos de ITS, tem-se condições de capturar relações mais complexas entre os dispositivos avaliados e os requisitos de segurança demandada. Assim, a ferramenta SFD mostra-se útil no apoio à tomada de decisão para a priorização de intervenções visando à melhoria das condições de segurança viária ofertadas aos usuários.

## REFERÊNCIAS

Akella, M.; C. Bang; R. Beutner; E. Delmelle; R. Batta; A. Blatt; P. Rogerson e G. Wilson (2003) Evaluating the Reliability of Automated Collision Notification System. **Accident Analysis and Prevention**, v. 35, p. 349-360.

Amditis, A.; M. Bimpas; G. Thomaidis; M. Tsogas; M. Netto; S. Mammar; A. Beutner; N. Mohler; T. Wirthgen; S. Zipser; A. Etemad; M. da Lio e R. Cicilloni (2010) A Situation-Adaptive Lane-Keeping Support System: Overview of the Safelane Approach. **IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems**, v. 11, n. 3, p. 617-629.

Chouinard, A. e J. F. Lécuyer (2011) A Study of the Effectiveness of Electronic Stability Control in Canada. **Accident Analysis and Prevention**, v. 43, p. 451-460.

Crabb, D. P.; N. D. Smith, F. G. Rauscher, C. M. Chisholm, J. L. Barbur e D. F. Edgar (2010) Garway-Heath. Exploring Eye Movements in Patients with Glaucoma When Viewing a Driving Scene. **PLoS One** [1932-6203], v. 5, n. 3, p. 9710.

DAER-RS (2012) Acidentalidade em Rodovias Estaduais do Rio Grande do Sul. Acidentalidade no Ano de 2012. Relatório Nº 42. Departamento Autônomo de Estradas e Rodagem do Rio Grande do Sul, Secretária de Infraestrutura e Logística, Governo do estado do Rio Grande do Sul.

DATASUS (2015) Tecnologia da Informação a Serviço do SUS. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/obt10uf.def>>. Acessado em 05 jun. 2017.

DETRAN-MS (2016) **Veja as Principais Causas de Acidentes Nas Vias e Rodovias**. Disponível em: <<http://www.detran.ms.gov.br/veja-as-principais-causas-de-acidentes-nas-vias-e-rodovias/>>. Acessado em 30 ago. 2017.

Elvik, R. e N. G. Voll (2014) Challenger of Improving Safety in Very Safe Transport Systems. **Safety Science**, v. 63, p. 115-123.

ETSC (1999) European Transportation Safety Council, **Intelligent Transportation System and Road Safety**.

Fernandes, J. M. R. e M. G. Rebelato (2006) Proposta de um Método para Integração entre QFD e FMEA. **Gestão & Produção**, v. 13, n. 2, p. 245-259.

Harper, C. D.; C. T. Hendrickson e C. Samaras (2016) Cost and Benefit Estimates of Partially-Automated Vehicle Collision Avoidance Technologies. **Accident Analysis and Prevention**, v. 95, p. 104-115.

James, M. A.; N. Kalra; K. D. Stanley; P. Sorensen; C. Samaras e O. A. Oluwatola (2016) Autonomous Vehicle Technology A Guide for Policymakers. **Library of Congress Cataloging-in-Publication Data** ISBN: 978-0-8330-8398-2. RAND Corporation, Santa Monica, EUA.

- Kulkarni, P. H. e R. Wafgaonkar (2014) Alcohol Detection and Automatic Drunken Drive Avoiding System. **International Journal of Engineering Research and Applications**, v. 4(4), p. 21-24.
- Lee, F. (2000) Strategy Formulation Framework for Vocational Education: Integrating SWOT Analysis, Balanced Scorecard, QFD Methodology and MBNQA Education Criteria. **Managerial Auditing Journal**, v. 15. p. 407–423.
- McLaughlin, S. B.; J. M. Hankey e T. A. Dingus (2008) A Method for Evaluating Collision Avoidance Systems Using Naturalistic Driving Data. **Accident Analysis and Prevention**, v. 40, p. 8-16.
- Meng, F.; S. Li; L. Cao; Q. Peng; M. Li; C. Wang e W Zhang (2016) Designing Fatigue Warning Systems: The Perspective of Professional Drivers. **Applied Ergonomics**, v. 53, p. 122-130.
- Pomarjanschi, L.; M. Door e E. Barth (2012) Gaze Guidance Reduces the Number of Collisions with Pedestrians in a Driving Simulator. **ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems**, v. 1, n. 2.
- Prashanth, K.; K. Padiyar; P. H. N. Kumar e K. S. Kumar (2014) Road Accident Avoiding System Using Drunken Sensing Technique. **International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)**, v. 3 n. 10.
- Ramaekers, J. G.; G. Berghaus; M. van Laar e O. H. Drummer (2004) Dose Related Risk of Motor Vehicle Crashes after Cannabis Use. **Drug and Alcohol Dependence**, v. 73, p. 109-119.
- Ribeiro, J. L.; M. E. Echeveste e A. F. Danilevicz (2001) **QFD – Desdobramento da Função da Qualidade**. Série
- Stevenson, W. J. (2001) **Administração das operações de produção**. Editora LTC, Rio de Janeiro, RJ.
- SWOV (2016) Institute for Road Safety Research, The Netherlands. **Intelligent Transport Systems (ITS) and road safety**. Disponível em: <<https://www.swov.nl/en/facts-figures/factsheet/intelligent-transport-systems-its-and-road-safety>>. Acessado em 05 jun. 2017.
- SWOV (2010) Institute for Road Safety Research, The Netherlands. **Intelligent Transport Systems (ITS) and road safety**. SWOV Fact sheet, 2010. Leidschendam, Holanda
- Vanlaar, W. G. M.; M. M. Hing e R. D. Robertson (2017) An Evaluation of Nova Scotia’s Alcohol Ignition Interlock Program. **Accident Analysis and Prevention**, v. 100, p. 44-52.
- WHO (2017) World Health Organization. **More than 1.2 million adolescents die every year, nearly all preventable**. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2017/yearly-adolescent-deaths/en/>>. Acessado em: 16 jun. 2017.