

Tecnologia V2X. Análise da Viabilidade e Gestão da Mobilidade em São Paulo

*Edison de Oliveira Vianna Junior **

*Linda Edel Otero Silva ***

Resumo:

A persistência de acidentes e mortes no trânsito obrigam os poderes públicos a adotar técnicas inovadoras para minimizá-los. Diante dos dados de 2020 sobre esse tipo de mortalidade na cidade de São Paulo comparados às metas de resultados do Plano de Segurança Viária de não aceitação de mortes no trânsito (programa Visão Zero), conclui-se que ações são necessárias para que a tendência de redução ocorra em ritmo mais intenso. Tais ações implicam na adoção de tecnologias disruptivas como veículos elétricos, veículos autônomos, comunicação entre veículos V2X ou V2V, LIDAR, freios automáticos e sistemas anticollisão que podem evitar colisões e atropelamentos. Este artigo pretende introduzir o tema dos sistemas V2X de comunicação entre veículos e entre estes e as infraestruturas de tráfego, tomando como base os que já foram implantados em outros países, de modo a minimizar as 'deseconomias'¹ causadas não só por acidentes, mas também por congestionamentos e poluição no contexto das cidades inteligentes.

Palavras-chave: Cidades Inteligentes; Veículos Autônomos; Segurança de trânsito; Redes Veiculares.

* Pós-doutorando e Doutor em Engenharia Elétrica na Escola Politécnica USP e Mestre em Arquitetura e Urbanismo (FAUUSP). Gestor da Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) e membro do grupo Gestão em Automação & TI – GAESI.

** Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade de Brasília UnB, pesquisadora do IEE USP e Engenheira Química pela Universidade do Oriente - Venezuela

¹ Deseconomias: termo adotado por Eduardo Vasconcelos em Deseconomias do transporte urbano: visão geral da experiência internacional, ANTP, 1999.

Abstract

The persistence of accidents and deaths in traffic forces public authorities to adopt innovative techniques to minimize them. In view of the 2020 data on this type of mortality in the city of São Paulo compared to the results targets of the Road Safety Plan of non-acceptance of deaths in traffic (Visão Zero program), it is concluded that actions are necessary for the reduction trend to occur at a more intense pace. Such actions imply the adoption of disruptive technologies such as electric vehicles, autonomous vehicles, communication between infrastructure and vehicles V2X and vehicles V2V, Light Detection and Ranging LIDAR, automatic brakes and anti-collision systems that can prevent crashes and pedestrians injuries. This article intends to introduce the subject of V2X communication systems between vehicles and between them and traffic infrastructures, based on those that have already been implemented in other countries, in order to minimize the 'diseconomies' caused not only by accidents, but also by congestion and pollution in the context of smart cities.

Keywords: Smart Cities; Autonomous Vehicles; Traffic safety; Vehicular Networks.

1 Introdução

Nas cidades devido ao tráfego de pessoas e mercadorias pressupõe-se uma quantidade de conflitos maior; nas estradas, as velocidades e massas dos veículos pressupõem uma quantidade de energia maior, proporcional à severidade dos choques; e, no campo, as dificuldades com infraestruturas, muitas vezes precárias reduzem as velocidades e impõem maiores desgastes aos equipamentos e seus ocupantes. As características de tráfego diferenciadas produzem acidentes com consequências características.

O tráfego traz benefícios, mas também gera problemas econômicos. Os maiores impactos referem-se a acidentes com vítimas. Perdem-se não somente recursos para o tratamento dos feridos quanto tempo na vida e no trabalho para a recuperação. Em casos de acidentes fatais, o prejuízo é bem maior: são famílias que perdem parentes, por vezes os provedores, cujos salários do trabalho não serão mais recebidos e muitas atividades serão cessadas. Perdem-se também anos de investimentos em educação, saúde e manutenção, previdência social além das questões afetivas e emocionais, que são de custo imensuráveis. Há perdas de equipamentos e veículos avariados ou destruídos totalmente, seguro e reparos, valores de menor monta, porém ainda importantes, e nas infraestruturas e danos ao meio ambiente.

Após os acidentes há desperdícios sociais devido aos congestionamentos, tempo dos trabalhadores e sistemas de emergência, gastos com combustível, sobrecarga do sistema viário, e questões subjetivas que afetam a saúde como estresse, redução da capacidade respiratória, dificuldades para dormir, perdas auditivas, dentre outras.

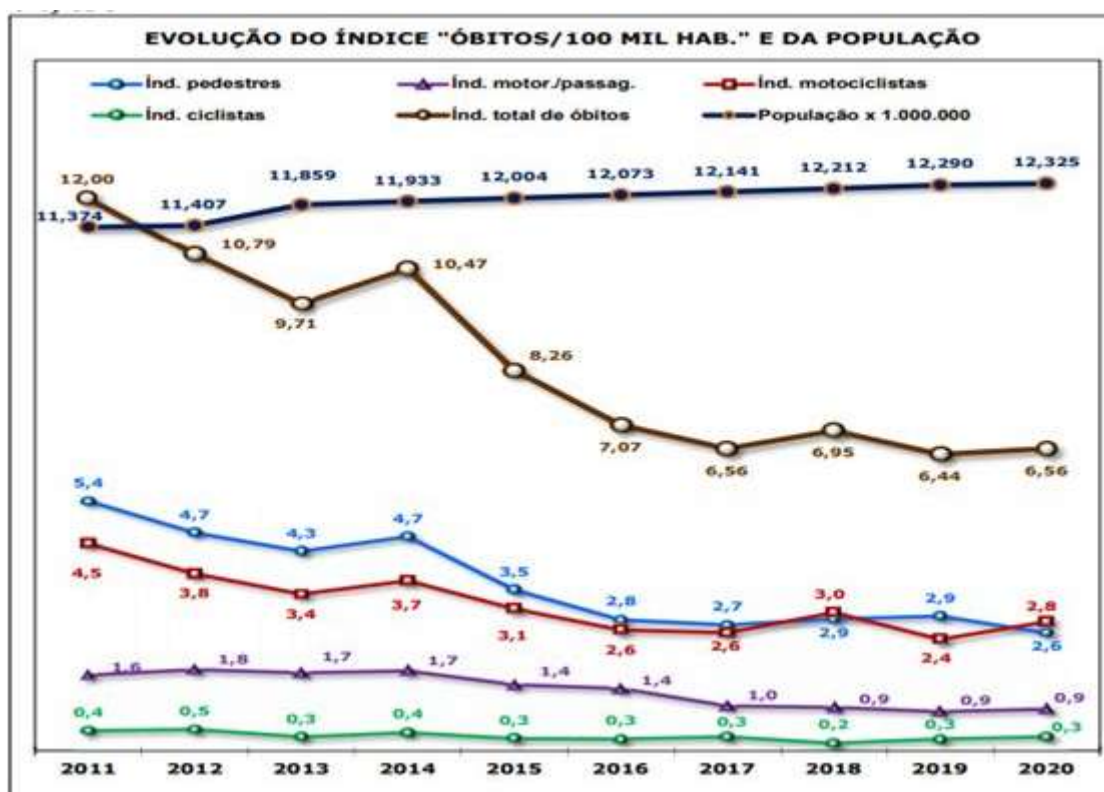
Ainda em relação à mobilidade urbana, tráfego intenso e saúde pública, há que se computar problemas ambientais que se acumulam como a poluição do ar e sonora e a destruição de ambientes naturais, com a ação dos gases de efeito estufa e a cadeia produtiva dos componentes dos veículos e seus combustíveis.

A tecnologia pode contribuir para a solução de tais problemas. Os impactos no cotidiano das pessoas como, por exemplo, os que ocorreram com os veículos compartilhados por aplicativos nos sistemas de transportes coletivos e táxis, como Uber, 99 e outros, demonstram que a tecnologia pode apresentar importantes alterações no sistema:

Redes Veiculares e Cooperative Intelligent Transportation Systems (C-ITS) desenvolvidos na última década e novos sistemas avançados já mostraram melhorias notáveis na eficiência e segurança do tráfego. [...] É previsto que no futuro próximo o acesso à Internet on-board (ex. streaming de mídia online acesso a redes sociais, aquisição de relatórios de tráfego em tempo real, navegação online), torne-se característica padrão de veículos motorizados. (RON, 2018, p.3)

Nesse contexto, procura-se identificar, na Companhia de Engenharia de Tráfego (CET), quais vantagens e ganhos serão obtidos com a adoção da tecnologia de V2V e V2X na cidade de São Paulo, quais os desafios para o poder público e quais tecnologias estão se desenhando no cenário internacional para sua utilização no Brasil, estabelecendo-se como meta reduzir o índice de mortalidade no trânsito para valor igual ou inferior a 3 óbitos a cada 100 mil habitantes até 2028. Em 2020, este índice foi de 6 mortes por 100 mil habitantes, conforme indica o gráfico da figura 1.

Figura 1 – Histórico de acidentes em São Paulo (2011 a 2020)



Fonte: Relatório Anual de Sinistros de Trânsito da CET²

² Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/mobilidade/plano_seguranca_viaria/?p=262859 Acesso em: 29 jan 2022.

Apesar do comentário de Ron ser de 2018, ainda é contemporâneo, devido à observação de que a utilização de ITS pode apoiar e acelerar a redução de acidentes, pois o Programa Visão Zero³ é um conceito de segurança viária originário da Suécia, podendo ser resumido na seguinte premissa: nenhuma vida perdida no trânsito é aceitável.

Mas os índices continuam altos, então a procura por novos mecanismos, técnicas e tecnologias permitirão reduzir altos índices de acidentes, isto poderia ser resolvido por meio do ITS. Iniciativas já publicadas desde 1991 com definições e conceitos. (RON, 2018, p. 6)

O Relatório Anual de Sinistros de Trânsito da CET mostra que a cidade fechou a Década Global para Redução de Mortes no Trânsito com índice de 6,5 mortes a cada 100 mil habitantes, valor 5,6% menor que o valor consolidado do ano de 2018, que foi de 6,9%. Considerando a meta da prefeitura de São Paulo em reduzir o número de mortes com envolvimento dos ônibus do Sistema de Transporte Coletivo Urbano de Passageiros (STCUP) em 50% até 2028 (2020: 10%), e que o valor base da meta foi o do ano de 2018: 106 mortes decorrentes de acidentes com envolvimento de ônibus do STCUP, ônibus do sistema público municipal, a meta será alcançada, pois em 2020 foram 73 óbitos ao todo, com redução de 31,13%. A tabela 1 mostra metas e valores alcançados segundo a CET⁴.

Tabela 1 – Pesquisa de valores alcançados em relação às metas de 2019 e 2020

A tabela abaixo mostra, para cada indicador, os valores bases de 2017 e os valores alcançados na última pesquisa disponível, de 2019

Indicador	Valor Base (%)	Meta 2020 (%)	Valor alcançado 2019 (%)	Valor alcançado 2020 (%)
Cinto de Segurança por motorista	97,5	Manter acima de 95%	98,2	97,9
Cinto de segurança por passageiro no banco dianteiro (adultos)	94,3	95%	95,5	96,6
Cinto de Segurança no banco traseiro (adultos)	30,2	65%	35,7	42,9
Dispositivos de retenção para crianças (cadeirinha + cinto de segurança no banco traseiro)	36,4	65%	67,5	44,3

Fonte: Relatório Anual de Sinistros de Trânsito da CET

³ Manual de Implantação de um sistema de gestão de segurança viária – requisitos da norma ISO 39.001, Programa VOLVO de Segurança no Trânsito (PVST), 2014, 52 p.

⁴ Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/mobilidade/plano_seguranca_viaria/?p=262859 Acesso em: 04 out 2022

Acidentes fatais com colisões traseiras e caminhões envolvidos têm aumentado. O número de mortes por esse tipo de colisão cresceu quase 13% nas rodovias federais brasileiras, em 2019 comparativamente de acordo com a Polícia Rodoviária Federal (PRF). De 563 mortes em 2018, o total passou a 636 em 2019.⁵

No Paraná, um engavetamento envolvendo quatro caminhões e um carro, no começo de dezembro de 2019, na BR-116, em São José dos Pinhais, na Região Metropolitana de Curitiba, matou cinco pessoas, sendo quatro da mesma família. Ou seja, segundo Oliveira (2019): “basta um motorista desatento para provocar uma reação em cadeia, uma colisão traseira que vira um engavetamento”, pois esse tipo de acidente basicamente ocorre por excesso de velocidade e falta de distância com o veículo da frente.⁶

Dados indicam que caminhões estão envolvidos em 24% dos acidentes com morte e acidentes com ônibus também tiveram dados divulgados. O Detran do Rio Grande do Sul divulgou os números de acidentes envolvendo ônibus e caminhões entre 2010 e 2014. De acordo com os dados, do total de 10.327 mortes no trânsito, 2.547 tiveram envolvimento de pelo menos um caminhão, o que representa 24% das vítimas fatais. Em 60,6% dos casos, a causa foi colisão frontal ou traseira. Em relação aos ônibus, o número de mortes é de 683, o que significa 6,6%, a colisão também é o tipo mais comum. Essa estatística leva em conta micro-ônibus, vans e transporte escolar.⁷

Os acidentes podem ser reduzidos com o incremento da utilização da tecnologia automotiva com automação de processos e introdução de novos sistemas de alerta como os que contam as aeronaves, sistemas de alarme de colisão e alarmes de aproximação de montanhas, solo, vegetação e outros elementos naturais. Os ganhos em redução de óbitos em acidentes podem ser grandes, sobretudo quando as energias envolvidas nos sinistros são maiores, como em caminhões carregados ou número de ocupantes em ônibus.

1.1 Tecnologia Automotiva de Comunicação entre Elementos do Tráfego

A tecnologia tem avançado rapidamente em setores da mobilidade. Os automóveis poderão se comunicar com os demais veículos, e com os sistemas de tráfego da cidade por meio do sistema V2X, que tem sido estudado e previsto para comunicação pelas montadoras no Brasil e já está em implantação ou uso em diversos países. A arquitetura desta tecnologia (COUTO, 2016) é composta por um veículo equipado e conectado com unidades de controle eletrônico (ECU), unidades sem fios a bordo (OBU)⁸, um Modelo de Plataforma Confiável (TPM) e uma unidade de aplicação (AU), como explica a figura 2.

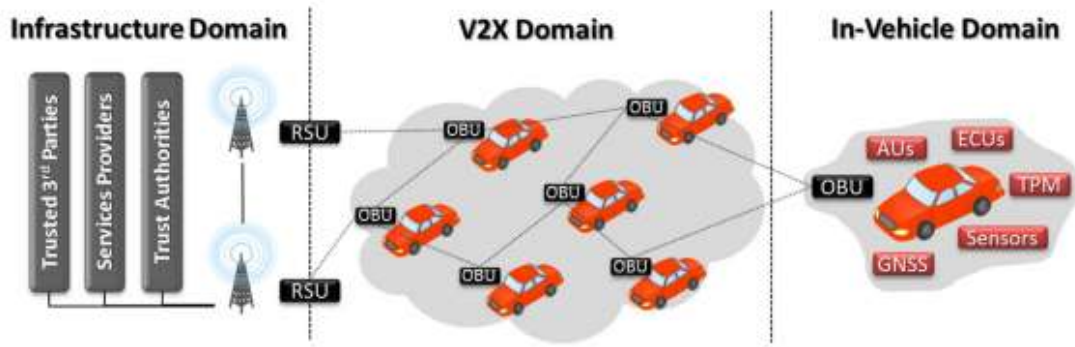
⁵ Globo Paraná. Artigo de 28 de dezembro de 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/parana/noticia/2019/12/28/numero-de-mortes-em-colisoes-traseiras-aumenta-quase-13percent-nas-rodovias-federais-diz-prf.ghtml> Acesso em: 29 jun 2022.

⁶ Conf. Fernando Oliveira (2019) da Polícia Rodoviária Federal. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/parana/noticia/2019/12/28/numero-de-mortes-em-colisoes-traseiras-aumenta-quase-13percent-nas-rodovias-federais-diz-prf.ghtml> 28/12/2019 Acesso em: 29 jun 2022.

⁷ Disponível em: <https://tl.trimble.com/blog/caminhoes-envolvidos-em-acidentes/> Acesso em: 29 jun 2022

⁸ Protocolo de comunicação para redes móveis aplicado ao trânsito, centrada na recuperação de dados de redes de sensores **sem fios** esparsas. Disponível em: <http://www.decom.ufop.br/menotti/monoll121/files/BCC391-121-vf-08.2.4036-LuizHenriqueSantos.pdf> Acesso em: 22 set 2022

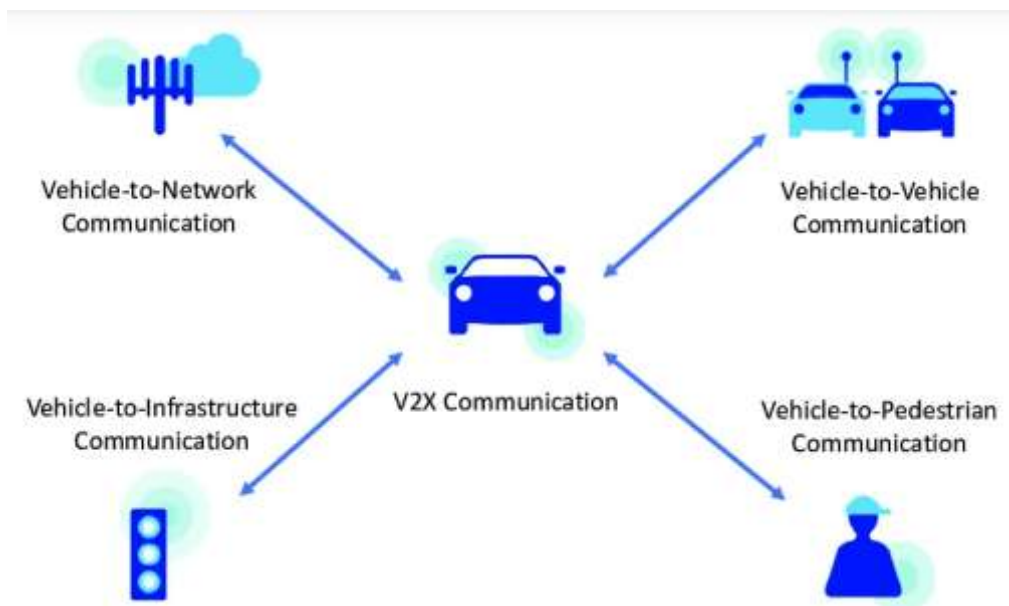
Figura 2 – A arquitetura dos Sistemas de Informações de Transportes (ITS)



Fonte: Hugo Couto⁹

A implantação desta tecnologia pode apoiar as companhias operadoras do sistema viário a dotar as centrais de operação e seus sistemas de controle de oferta de dados aos veículos, informações gravadas de bloqueios de vias, informações de congestionamentos e mensagens que são postadas em painéis de mensagens variáveis, bem como oferecer informações sobre os estados dos semáforos à frente e para os semáforos adaptativos, permitindo otimização dos tempos no momento da passagem.

Figura 3 – Sistema de comunicação V2X



Fonte: Corporate Finance Institute (CFI)¹⁰

Esta tecnologia deve permitir também que, no caso do V2V, os veículos se comuniquem entre si, e assim se houver algum na condição de autonomia nível 4, quando estão em modo automático ou nível

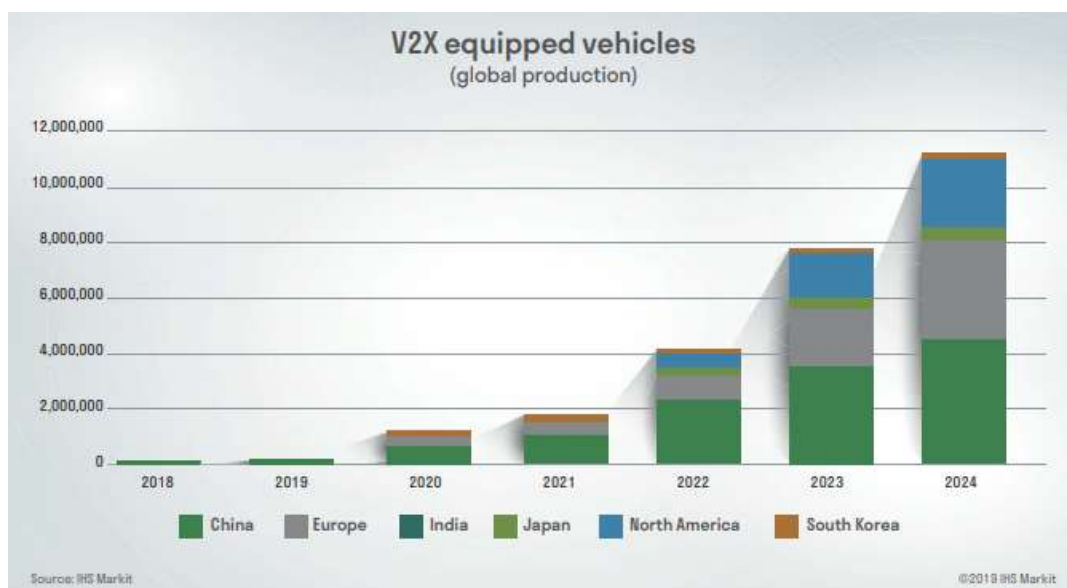
⁹ Disponível em: https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/9942/1/DM_HugoCouto_2016_MEI.pdf
Acesso em: 01 fev 2022

¹⁰ Disponível em: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/other/vehicle-to-everything-v2x/>
Acesso em: 02 fev 2022.

5, quando não possuem condutor, pode servir de referência, evitando colisões. Os ônibus podem oferecer a informação ao usuário de sua localização, assim como os táxis os aplicativos de entregas de comida, medicamentos e documentos ou outro serviço, enfim um sistema de comunicação que beneficia toda a sociedade não só contra acidentes mas aumento de produtividade.

Nas rodovias, esta inovação pode facilitar a cobrança de pedágios e a localização de veículos em caso de falhas e sinistros - como roubo ou acidentes -, permitir a otimização de roteamento e interceptação de veículos para entregas rápidas e encomendas, dimensionar a velocidade remotamente, além de rastrear veículos de emergência e policiais.

Figura 4 – Dados e projeção de produção global de veículos equipados com sistema V2X



Fonte: Qectel¹¹

Figura 5 – Carros conectados por serviços



Fonte: Qectel¹²

¹¹ Disponível em: <https://www.quectel.com/thank-you-auto> Acesso em: 01 mar 2022

¹² Disponível em: <https://www.quectel.com/thank-you-auto> Acesso em: 01 mar 2022

Do mesmo modo, com o suporte do sistema de telefonia móvel, é possível reduzir o tráfego sobre o sistema e antenas, permitindo comunicação e serviços de entretenimento aos demais passageiros dos veículos e transportes coletivos. Com o advento do 5G, esta tecnologia passa a ser mais viável e próxima de operação, possibilitando estabelecer melhores soluções e técnicas para integração e custo mais baixo para sua implantação.

Os automóveis na cidade de São Paulo detêm pouca desta tecnologia agregada. A frota de veículos é antiga, como indica a tabela 2, e não tem sido renovada, o que é um fator de agravamento.

Tabela 2 – Idade média da frota circulante de veículos e motocicletas na cidade de São Paulo

Idade Média da Frota de Veículos e Motos

Segmento	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Automóveis	8 anos e 6 meses	8 anos e 8 meses	8 anos e 11 meses	9 anos e 3 meses	9 anos e 6 meses	9 anos e 7 meses	9 anos e 10 meses	10 anos e 2 meses
Comerciais Leves	7 anos e 3 meses	7 anos	7 anos e 3 meses	7 anos e 6 meses	7 anos e 9 meses	7 anos e 11 meses	8 anos e 2 meses	8 anos e 5 meses
Caminhões	9 anos e 6 meses	9 anos e 7 meses	10 anos	10 anos e 6 meses	11 anos	11 anos e 4 meses	11 anos e 7 meses	11 anos e 10 meses
Ônibus	8 anos e 11 meses	8 anos e 11 meses	9 anos e 3 meses	9 anos e 8 meses	10 anos e 1 mês	10 anos e 4 meses	10 anos e 7 meses	10 anos e 9 meses
Total	8 anos e 5 meses	8 anos e 6 meses	8 anos e 9 meses	9 anos e 1 mês	9 anos e 4 meses	9 anos e 6 meses	9 anos e 8 meses	10 anos
Motocicletas	5 anos e 8 meses	6 anos e 1 mês	6 anos e 5 meses	6 anos e 11 meses	7 anos e 4 meses	7 anos 9 meses	8 anos	8 anos 4 meses

Fonte: Sindipeças (30/01/2021)¹³

A edição mais recente do Relatório da Frota Circulante, elaborado pelo Sindipeças/Abipeças, traz informações consolidadas até 2020 do quantitativo de veículos em circulação, segmentação por categoria, estimativas da idade média e crescimento da frota de importados, **conforme a tabela 3:**

Tabela 3– Frota circulante em unidades – 2012 a 2020

Frota circulante (em unidades)¹

Segmento	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Variação Anual (%)	
										19/18	20/19
Automóveis	30.898.766	32.992.248	34.712.948	35.621.014	35.996.611	36.430.823	37.098.282	37.970.401	38.149.197	2,4%	0,5%
Comerciais Leves	4.199.866	4.522.584	4.853.583	4.996.122	5.072.404	5.173.023	5.333.843	5.523.823	5.649.895	3,6%	2,3%
Caminhões	1.761.280	1.863.787	1.947.886	1.965.220	1.962.036	1.961.068	1.983.149	2.028.633	2.052.000	2,3%	1,2%
Ônibus	357.090	376.329	389.445	391.867	389.331	386.231	386.417	390.968	388.946	1,2%	-0,5%
Total Autoveículos	37.217.002	39.754.948	41.903.864	42.974.223	43.420.382	43.951.145	44.801.691	45.913.825	46.240.038	2,5%	0,7%
Motocicletas	12.318.092	12.904.611	13.350.842	13.593.202	13.529.204	13.286.420	13.121.015	13.099.707	12.877.610	-0,2%	-1,7%
Autoveículos + Motos	49.535.094	52.659.559	55.254.706	56.567.425	56.949.586	57.237.565	57.922.706	59.013.532	59.117.648	1,9%	0,2%

Nota: 1. As frota foram ajustadas conforme as informações agregadas de empacotamentos provenientes do Denatran.

Fonte: Sindipeças¹⁴

¹³ Disponível em: https://www.sindipeças.org.br/sindinews/Economia/2021/RelatorioFrotaCirculante_Marco_2021.pdf Acesso em: 30 mar 2022

¹⁴ *idem*

Figura 6 – Gráfico do número da frota circulante e taxa de variação (%) anual - 2009 a 2020



Fonte: Sindipeças¹⁵

2. Objetivos

O objetivo deste artigo é apresentar os estudos que vêm sendo realizados e as vantagens da implantação de sistemas V2X na Central de Operação da CET e V2V na cidade, as potencialidades da tecnologia para redução de acidentes de trânsito e a implantação de sistemas de freios automáticos em veículos grandes – ônibus e caminhões – para a redução de acidentes e sua severidade. Tais sistemas de freios seriam compostos por alerta de colisões, função comboio com distância fixa entre unidades dos comboios e controle automático de velocidade, câmera de fadiga e alcoolemia, rastreamento e telemetria, principalmente para caminhões e ônibus que podem acentuar a gravidade dos acidentes devido às quantidades de energia cinética pelas massas envolvidas nos deslocamentos e, no caso dos ônibus, devido à quantidade de vidas transportadas.

Comunicações Vehicle-to-everything (V2X) é a passagem de informação de um veículo para qualquer entidade que possa afetar o veículo e vice-versa. Tais serviços V2X requerem links de comunicações confiáveis que permitam a transmissão de pacotes com garantida máxima latência mesmo em veículos em alta velocidade. (RON, 2018, p.9)

Com a crescente complexidade da eletrônica envolvida, pretende-se também gerar propostas para melhorias com a introdução de sistemas de comunicação que permitam que novas tecnologias possam ser implantadas, talvez com gestão de empresas de telefonia ou empresas de comunicação e até de energia, bem como o modo de operação do poder público neste novo cenário de conectividade 5G.

¹⁵ Disponível em: https://www.sindipecas.org.br/sindinews/Economia/2021/RelatorioFrotaCirculante_Marco_2021.pdf Acesso em: 30 mar 2022

2.1 Caminhos a percorrer para a implantação

O trajeto para estas soluções consiste em identificar os custos para a implantação do V2X e um cenário de estimativa para início e implantação completa e uma análise da indústria automobilística, qual o horizonte de implantação dos sistemas automáticos de frenagem e qual seria o benefício em vidas salvas.

Os melhores exemplos de aplicação de soluções que adotem os sistemas V2X são os críticos, ou seja, aqueles que envolvem diretamente a segurança, acidentes com caminhões nas estradas, sobretudo semirreboques, que podem - segundo a legislação vigente do CONTRAN no. 872, de 13/09/2021, com efeito a partir de 01/10/2021- levar até 91 toneladas, podem acumular demasiada energia cinética quando carregados, sobretudo em velocidades altas, o que eleva o potencial de severidade dos acidentes.

Sistemas automáticos devem ser adotados nestes casos, onde não são aceitos erros humanos.

Já existem normas internacionais formuladas para atender as tendências das empresas e clientes dos setores automotivos. A emergência de qualquer inovação obedece a padrões que seguem legislações específicas. Nesse momento, busca-se identificar por onde as instituições brasileiras pretendem caminhar para alcançar o domínio desta tecnologia, qual a normativa que vem sendo utilizada e como a indústria automobilística pretende avançar com relação ao tema. Os veículos autônomos são proibidos de circular, porém o antigo Denatran comprometeu-se em analisar o tema.

Não obstante, esta legislação nacional já é obsoleta e não resolve completamente o problema, pois apenas exige que haja um sistema de ajuste dos freios, considerando-se os desgastes de panelas e lonas.

Desde 2014, os caminhões e carretas saem de fábrica com ajustadores automáticos de freios: as catracas automáticas. Ao contrário das catracas anteriores, elas dispensam regulagem manual. Como o próprio nome diz, as novas catracas se ajustam automaticamente. Mas, conforme afirma o engenheiro mecânico Rubem Penteado de Melo, da Transtech, de Curitiba, muitos caminhoneiros ainda não sabem da novidade. “Carregam até uma chave de fenda para liberar o mecanismo e encostar manualmente as lonas”, afirma. “Esse processo pode danificar as catracas e até mesmo manter as lonas demasiadamente encostadas no tambor, chegando a incendiar o veículo”, declara.¹⁶

¹⁶ Disponível em: (<https://cargapesada.com.br/2016/02/10/regular-catraca-automatica-pode-provocar-incendio-no-caminhao/>) Acesso em: 09 mar 2022

Figura 7– Norma ABNT para sistema de freios



Fonte: ABNT¹⁷

A norma do sistema de freios é baseada nas normas ABNT NBR 13776 e NBR 6067 e também podem ser utilizadas NBR 10966-2, NBR 10966-3, NBR 10966-4, e NBR 10966-6.

A catraca automática passou a ser obrigatória junto com o freio ABS e atende à norma NBR 10966-1. “De fato representam um avanço importante na segurança dos veículos de carga”, avalia Melo. Ele explica que as catracas automáticas controlam a distância entre a lona e o tambor, e se ajustam automaticamente quando a folga aumenta naturalmente pelo desgaste, mantendo a eficiência do sistema.¹⁸

Portanto é fundamental a participação da sociedade para a melhoria das condições de segurança de nossas estradas e cidades por meio de debates e críticas à indústria nacional e incremento das novas tecnologias.

3. Sistemas de Segurança Críticos

A segurança das estradas e mobilidade urbana, em especial a redução de acidentes ou sua severidade, são as questões principais a serem analisadas. Por exemplo, os freios automáticos dos caminhões - que já são uma realidade nos veículos comercializados na Europa nos Estados Unidos, embora nem sempre sejam obrigatórios - têm a capacidade de evitar que acidentes venham ceifar vidas.

¹⁷ Disponível em: <https://www.normas.com.br/assine-ja?sig=R3RzVUExZkIKMExVVE5mZE1rZHRyYUVVbW9iWmhTTG9UOUVmbS9iLzZKMhprNzhKaFlyclBET1doV255Sm5FVDBZZVBZZ0k0bE9wejZHclZWY2NxbXJydDMwMIRqOVBSIl6SkdvdfdMYmsrREdaZWWhyQzEdWlqRy9oRk5wUTc%3D&X=YjY2MTRkMDgtN2M3Ny00MjJlWJlMDUtZjFjYWMwMmUwMDE0> Acesso em: 09 mar 2022

¹⁸ Disponível em: (<https://cargapesada.com.br/2016/02/10/regular-catraca-automatica-pode-provocar-incendio-no-caminhao/>) Acesso em: 09 mar 2022.

Uma pesquisa do Insurance Institute for Highway Safety (IIHS), organização científica independente norte-americana que visa a Segurança Rodoviária, é conclusiva ao mostrar que a tecnologia de segurança de frenagem automática de emergência pode salvar inúmeras vidas e evitar lesões. Porém,

[...] infelizmente, após anos de estudo e uso bem-sucedido pelas principais operadoras de automóveis, essa tecnologia ainda não foi exigida para veículos motorizados comerciais. Como o público sofre atrasos contínuos para exigir equipamentos que estão prontamente disponíveis, famílias em todo o país tiveram que pagar o preço final.¹⁹

De acordo com dados da pesquisa do Instituto, a fim de evitar mortes e lesões desnecessárias, a Administração Nacional de Segurança no Trânsito (NHTSA) deve exigir a tecnologia Sistema de Frenagem Automática de Emergência (AEB), em todos os caminhões de grande porte com peso bruto de 4,5 toneladas ou mais. Embora a Truck Safety Coalition (nos EUA), junto com outras entidades, tenha feito uma petição em fevereiro de 2015 e fora concedida, a ação está atrasada e não há um parecer final. Segundo estimativa da NHTSA,

[...] os sistemas AEB da geração atual podem evitar mais de 2.500 acidentes por ano e que os sistemas da geração futura podem evitar mais de 6.300 acidentes anualmente. Todos os anos uma implementação completa do AEB é adiada, pesquisas estimam que 166 pessoas morrerão desnecessariamente e outras 8.000 pessoas sofrerão ferimentos graves. Em um estudo de setembro de 2018, a NHTSA descobriu que os sistemas AEB têm um custo incremental para o usuário final de US\$ 70,80 a US\$ 316,18. Para salvar essas vidas, evitar lesões, reduzir custos e garantir que as famílias permaneçam inteiras, pedimos ao Congresso que imponha imediatamente a tecnologia AEB em todos os caminhões grandes, aprovando o H.R. 3773, a Lei de Estradas Seguras. Para se envolver neste esforço, convidamos você a enviar uma mensagem aos seus senadores e representantes para educá-los sobre os benefícios de exigir essa tecnologia nos veículos mais pesados em nossas estradas.²⁰

A petição norte-americana pela regulamentação demonstra a preocupação com a implantação imediata deste tipo de tecnologia, o que já é uma realidade em alguns países. Trata-se de uma política pública da maior importância para que o governo possa exigir esses equipamentos para veículos novos dos transportadores. No Brasil, a legislação de 2014 obriga que eles tenham o ABS ou freios antibloqueios, que são apenas componentes do Sistema de Freios de Emergência Automático. A diferença do AEB para o ABS ou também o Sistema Antibloqueios Eletrônico (EBS)²¹ é o comando que deixa de ser hidráulico e passa a ser eletrônico.

Atualmente o AEB é uma norma nos modelos de caminhões: Volvo VNL 760; Peterbilt 579; Freightliner Cascadia; e Mack Anthem. A Truck Safety Coalition (TSC), organização norte-americana para dar assistência a profissionais acidentados e políticas públicas adequadas, conduziu uma pesquisa sobre

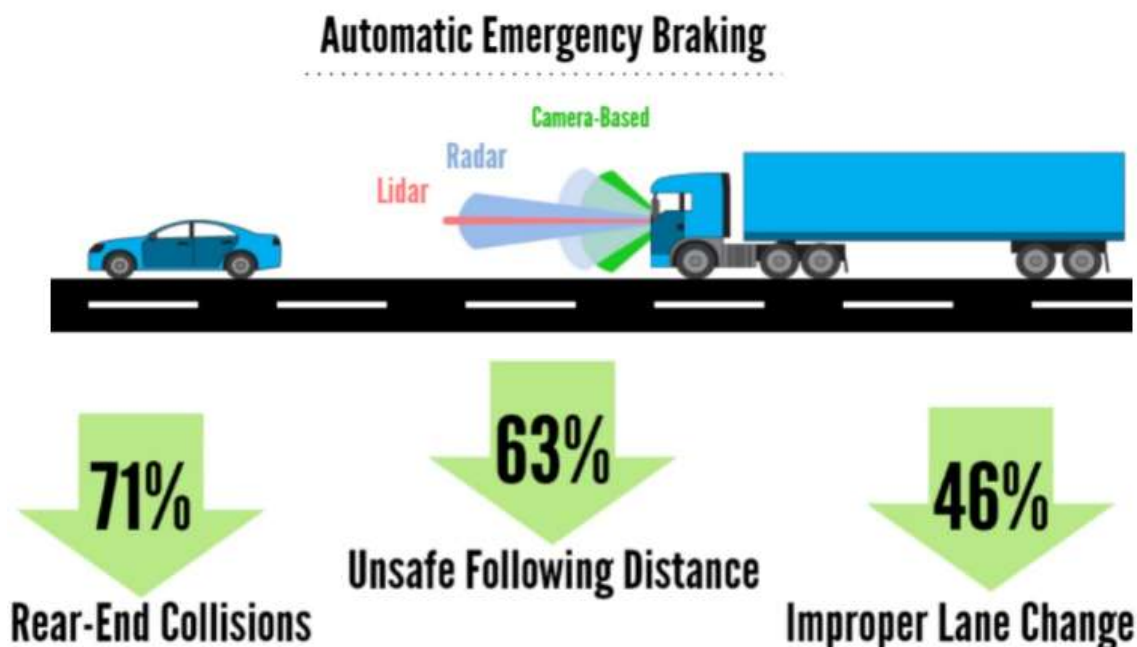
¹⁹ Disponível em: <https://trucksafety.org/automatic-emergency-braking/> Acesso em: 09 fev 2022

²⁰ *Idem.*

²¹ *Eletronic AntiBlocking System*

colisões de motoristas com semirreboques dotados de sistemas anticolisão ou freios de emergência automáticos. O estudo coletou por mais de trinta meses e contou com mais de 12.500 semirreboques. Baseada em monitoramento por câmeras, a pesquisa apresentou os seguintes resultados: Colisões Traseiras, 71%; Distância Insegura do Veículo da Frente, 63%; e Mudança de Faixa de Modo Inadequado, 46% (figura 6).

Figura 6 - Freios de Emergência Automáticos



Fonte: Truck Safety Coalition (TSC)²²

Os sistemas de comunicação entre os veículos como o V2X têm o potencial de facilitar a adoção dos sistemas automáticos de frenagem, alarmes de aproximação entre veículos de carga, podendo inclusive conter veículos de passeio entre eles, evitar ultrapassagens perigosas, iniciar frenagens antes e identificar se um veículo adiante da fila está em processo de frenagem e apoiar a decisão de baixar a velocidade, principalmente quando trafegando em comboio. Portanto, o sistema de comunicação pode ser uma ferramenta de agregação de segurança aos veículos em todos os tipos de vias.

O aumento de produtividade deve ser seguido por aumento da segurança. Os aviões podem reduzir o *headway* entre estes para o pouso, porém para isto vários sistemas automáticos de monitoramento e pouso foram implantados, além de outros sistemas de telemetria. Para caminhões, o aumento de produtividade será a introdução de mais cargas e reboques.

A norma também trata de sistemas de freio regenerativo, para cada tipo de veículo, o que permite o acúmulo de energia e sua reutilização posterior, reduzindo o consumo de energia e a demanda dos freios eletrônicos e elétricos por energia. Além disso, os freios regenerativos indicam um inexorável caminho aos veículos elétricos ou, no mínimo, híbridos.

²² Disponível em: (<https://trucksafety.org/automatic-emergency-braking/>) Acesso em: 09 mar 2022.

4. Evolução de Sistemas de Comunicação para ITS

Information Transportation Systems (ITS) – ou Sistemas de Transporte Inteligente – podem melhorar a segurança e a mobilidade dos transportes e do tráfego, e aumentar a produtividade por meio do uso de tecnologias de comunicação baseadas em fios, sem fios ou fibra ótica, utilizando tecnologias de informação e comunicação eletrônica.

Designam-se por sistemas legados os já existentes e geralmente devem ser preservados ou incrementados e por sistemas avançados os que incorporam mudanças que, somadas, implicam num salto em termos de avanços tecnológicos.

Tabela 4 – Características do ITS Legado e ITS Avançado

	Legado ITS	ITS Avançado
Tecnologias	TTT ETC	ETSI ITS-G5, IEEE 802.11p WAVE, IEEE 802.11p ITS Connect, ARIB STD-T109 C-V2X, LTE-V2X
Redes Veiculares	V2I	V2X includes V2I, V2V, V2N, V2P
Performace de Rádio	Radio coverage: Max. 100 m Data rate: ~ 4 Mbps Packet size: ~100 bytes	Radio coverage: Max. 1 000 m Data rate: Max. 27 Mbps Packet size: Max. 2 kbytes Latency: within 100 msec within 1 000 msec for V2P

Fonte: RON, 2018, p. 11

O V2X pode apresentar diferentes configurações com desempenhos muito próximos, utilizando 5G ou não com latências próximas de 100 msec.

Tabela 5 – Configurações dos V2X

	V2X (WAVE)	V2X (ETSI ITS-G5)	V2X (LTE based V2X)	V2X (ITS Connect)
Nome e padrão	WAVE, IEEE 802.11p	ETSI ITS-G5, IEEE 802.11p	3GPP LTE based V2X	ARIB STD-T109
Caso de uso	V2V, V2I, V2P	V2V, V2I, V2P	V2V, V2N , V2I, V2P	V2V, V2I, V2P
Desempenho	Radio coverage: Max. 1 000 m Data rate: Max. [27 Mbps] Packet size: Max. 2 kbytes Latency : within 100 msec	Radio coverage: Max. 1 000 m Data rate: Max. 27 Mbps Packet size: Max. 2 kbytes Latency : within 100 msec	Radio coverage: Max. 1 000 m Data rate: Max. 27 Mbps Packet size: Max. 2 kbytes Latency: within 100 msec within 1 000 msec for V2N	Radio coverage: Max. 1 000 m Data rate: Max. 18 Mbps Packet size: Max. 100 bytes (from Vehicle) Max 1 500 bytes (from Infrastructure) Latency : within 100 msec]

Fonte: RON, 2018, p. 12

Como o mercado responde a essas tecnologias e quais as empresas que possuem iniciativas para implantação da disrupção tecnológica.

O serviço Ultra-reliable Machine-Type Communication (UMTC) do 5G, é proposto como um meio de fornecer ultra confiabilidade e baixa latência para aplicações críticas. Os principais players cobertos no V2X para Mercados Automotivos: Continental AG; General Motor; Qualcomm; ETrans; Arada; Denso; Autotalks; HARMAN; Cohda; Wireless; Delphi (Aptiv); Savari; Kapsch. Repartição do mercado V2X para automóveis por tipo: V2V; V2I; V2P. Análise do mercado V2X para automóveis por aplicativo: 1. Serviço de Segurança Rodoviária; 2. Sistema de Estacionamento Automático; 3. Veículos de Emergência e 4. Serviço de Automóveis.²³

5. Visão Geral de Normas para Veículo V2X

O IEEE 802.11p é o padrão V2X original e usa tecnologia WLAN. Ele liga veículos a veículos (V2V) e veículo a infraestrutura (V2I) quando dois transmissores V2X se aproximam do alcance um do outro. O padrão 802.11p não requer nenhum dispositivo de comunicação para funcionar, e essa capacidade o torna ideal em áreas menos desenvolvidas.

O padrão IEEE 802.11p excede a linha de sensores de visão, como radar e câmera, e fornece informações como pagamento de pedágios e avisos de colisão. As principais características do 802.11p incluem baixa latência, curto alcance (abaixo de 1 km) e roda na banda não licenciada de 5,9 GHz.

²³ Disponível em: <https://energysiren.co.ke/2021/11/14/v2x-for-automotive-market-size-by-top-companies-trends-by-types-and-application-forecast-to-2028-continental-ag-general-motor-qualcomm-etran/>. Acesso em: 28jan

Além disso, este padrão oferece desempenho sem ser afetado por condições climáticas, como neblina, chuva ou neve, e a tecnologia pode escanear o ambiente ao redor mesmo em condições climáticas adversas.

6. Redes de Comunicação C-V2X

O Cellular Vehicle to Everything (C-V2X) foi projetado para avisos de segurança ativos, como avisos de perigo na estrada e outras situações envolvendo V2V e V2I. O uso de sistemas C-V2X também protegerá outros usuários da estrada – como ciclistas e pedestres – ao obter a interface PC5 integrada aos smartphones. Ele ajudará a detectar pedestres e ciclistas que usam a mesma estrada para evitar acidentes e ferimentos.

Além da comunicação direta pela interface PC5, o celular V2X permite que o dispositivo use a comunicação veículo-rede (V2x). O C-V2X é uma alternativa ao 802.11p e a 5G Automotive Association (5GAA) e a Qualcomm suportam o uso da tecnologia. Ele usa LTE como a tecnologia subjacente e as funcionalidades do C-V2X são baseadas na tecnologia.

Uma das principais vantagens do Celular V2X é o fato dele incluir modos operacionais que os usuários podem escolher. O primeiro modo envolve a comunicação direta entre os veículos pela interface PC5. PC5 é o ponto de referência onde o equipamento do usuário se comunica diretamente com outros equipamentos pelo canal.

7. Considerações Finais

A segurança nas vias agrega às cidades qualidade de vida, pois reduzem as fatalidades e prejuízos materiais. Ainda que a plena operação dos V2X dependa da plena funcionalidade do 5G, é possível vislumbrar que os sistemas de comunicação entre os elementos do trânsito mudarão o paradigma das cidades e dos transportes nos próximos anos.

A interpretação automática de imagens para identificação dos demais elementos do trânsito, sua velocidade e curso, a precisão dos sistemas de telemetria e a tomada de decisão por sistemas de inteligência artificial são os pontos atualmente em desenvolvimento, por meio dos quais se chegará aos sistemas de veículos autônomos até 2030.

No estado da Virgínia, nos Estados Unidos, foi implantada a primeira estrada inteligente ou totalmente conectada com a estratégia C-V2X que estabelece, inclusive, uma conexão independentemente da existência de redes de celulares no local. Dentre outras vantagens desta inovação está a possibilidade de o sistema computar informações como estreitamentos de pista devido a serviços de manutenção com trabalhadores e recomendações sobre velocidade média de modo que o veículo passe por sinais verdes em apenas uma sequência (onda verde).

Esta implantação da Virgínia está sendo considerada um marco significativo em direção a uma bem-sucedida parceria de organizações públicas e privadas trabalhando juntas para aplicar o C-VX2 em busca de segurança e mobilidade, como destaca o diretor de gerenciamento da Qualcomm, Jim Misener.²⁴

Além do estudo e acompanhamento deste modelo implantado, estão em curso nas companhias de trânsito mundiais e brasileiras, como a CET, pesquisas em torno de redes neurais convolucionais CNN, rede de tomada de decisões DMN, e os sistemas V2V, e V2X de comunicação entre veículo e veículo, e veículo e central operacional. São pontos também em discussão na indústria automobilística que deverão estimular e fomentar sistemas que evitarão e impedirão a ocorrência de acidentes. Não obstante, o poder público deve assumir a liderança estabelecendo normativas e regulamentação para garantia efetiva da segurança.

Para o poder público, além das questões legais e problemas de responsabilidade civil e imputabilidade, são elementos importantes a gestão da qualidade dos equipamentos de sinalização, tais como balizamento, sinalização vertical e horizontal, regulamentação semafórica dentre outros elementos visuais, e o modo como a instrumentação as interpreta, como balizamento magnético e placas com tags para leitura dos veículos. Os serviços públicos podem ser beneficiados com esses sistemas na redução de custos ou de melhoria geral de desempenho.

Em suma, o poder público deve regular o sistema de tráfego para seu controle, aumento da segurança, redução de congestionamentos e melhoria das condições ambientais como emissão de gases e material particulado. Para isto é fundamental a utilização de tecnologia consagrada e utilizada em outros países mesmo que de modo experimental, assim o sistema pode fornecer dados e informações que avaliem o status da rede de tráfego e transportes da cidade e intervenções mais qualificadas, permitindo a melhoria dos principais indicadores de qualidade: tempo de viagem, quantidade de combustível consumido e gases emitidos, pessoas transportadas por hora em toda a rede, e quantidade de acidentes, e dados referentes a recursos como custos operacionais.

²⁴ RIENTE, L. *Estrada inteligente é construída nos EUA, conheça*. Olhar Digital, 2020. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2020/10/01/carros-e-tecnologia/eua-ganha-estrada-inteligente-no-estado-da-virginia/> Acesso em: 10 out 2022.

7. Referências Bibliográficas

- AUTOTALKS. Connected Vehicles Technology. Disponível em: <https://auto-talks.com/wp-content/uploads/2021/07/Functional-Safety-for-V2X-use-cases.pdf> Acesso em: 03 mar 2022
- COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO (CET). **Relatório Anual de Sinistros de Trânsito da CET**. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/mobilidade/plano_seguranca_viaria/?p=262859 Acesso em: 29 jan 2022
- CIDADE DE SÃO PAULO. MOBILIDADE URBANA. **Plano de Segurança Viária**. Prefeitura Municipal de São Paulo. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/mobilidade/plano_seguranca_viaria/?p=262859 Acesso em: 22 set 2022
- CORPORATE FINANCE INSTITUTE (CFI). **Vehicle to everything (V2X)**. Disponível em: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/other/vehicle-to-everything-v2x/> Acesso em: 29 jul 2022
- DENATRAN. Ata de reunião. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/57218926/ Acesso em: 01 mar 2022
- ENERGY SIREN. **V2X for Automotive Market Size by Top Companies, Trends by Types and Application, Forecast to 2028**. Disponível em: <https://energysiren.co.ke/2021/11/14/v2x-for-automotive-market-size-by-top-companies-trends-by-types-and-application-forecast-to-2028-continental-ag-general-motor-qualcomm-etrans/> Acesso em: 10 mar 2022.
- FELIPE, C. **Qualcomm está próxima de introduzir sistema C-V2X comercial na Europa**. Disponível em: <https://mundoconectado.com.br/noticias/v/12765/qualcomm-esta-proxima-de-introduzir-sistema-c-v2x-comercial-na-europa> Acesso em: 29 jan 2022
- 5G AMERICAS. **Conectividade veicular: C-V2X e 5G**. Disponível em: <https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2021/09/Vehicular-Connectivity-C-V2X-and-5G-InDesign-1.pdf> Acesso em: 10 out 2022
- GLOBO G1 PARANÁ. **Número de mortes em colisões traseiras aumenta quase 13 por cento nas rodovias federais**. Artigo de 28 de dezembro de 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/parana/noticia/2019/12/28/numero-de-mortes-em-colisoes-traseiras-aumenta-quase-13percent-nas-rodovias-federais-diz-prf.ghtml> Acesso em: 29 jun 2022
- IBARRA-ESPINOSA, S.; YNOUE, R.; O'SULLIVAN et al. **VEIN V022-R A package bottom for vehicular emissions inventories**, 2018. Disponível em: <https://www.iag.usp.br/pos/meteorologia/english/biblio/vein-v022-r-package-bottom%E2%80%93vehicular-emissions-inventories> Acesso em: 22 mar 2022.
- MARÉ, R. M. **Proposta e avaliação de um sistema complementar de posicionamento baseado em comunicação por luz visível aplicados a sistemas inteligentes de transporte**. Tese de

doutoramento. São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3141/tde-26022018-144410/publico/RenataMariaMareCorr18.pdf> Acesso em: 01 fev 2022.

PARRA, I. et all. Analysis of ITS-G5A V2X communications performance in autonomous cooperative driving experiments, IEEE, IV2017-Communications, 2017. <https://invett.aut.uah.es/sotelo/IV2017-Communications.pdf> acesso em 29/06/2022

QUALCOMM; CARLOS, F. Disponível em: <https://energysiren.co.ke/2021/11/14/v2x-for-automotive-market-size-by-top-companies-trends-by-types-and-application-forecast-to-2028-continental-ag-general-motor-qualcomm-etran/> Acesso em: 28 jan 2022

QUECTEL. **From here to autonomy. How to fulfil the requirements of the next generation connectec car**, p. 4. Disponível em: <https://www.quectel.com/thank-you-auto> Acesso em: 01 mar 2022

RESOLUÇÃO DO CONTRAN Nº 872 DE 13/09/2021. **Requisitos mínimos de segurança do sistema de freios da composição veicular de carga (CVC) acima de 74 toneladas e até 91 toneladas.** Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=342460> Acesso em: 09 mar 2022

REVISTA CARGA PESADA. Disponível em: <https://cargapesada.com.br/2016/02/10/regular-catraca-automatica-pode-provocar-incendio-no-caminhao/> Acesso em: 09 mar 2022

RIENTE, L. Estrada inteligente é construída nos EUA, conheça. 2020. Disponível em: <https://olhardigital.com.br> Acesso: 17 out 2022.

RON, C. G. **Cidades inteligentes e integração do veículo com serviços de ITS.** Apresentação PPT na 1ª. Conferência veículos inteligentes (nov. 2018). Disponível em: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/centrais-de-conteudo/eventos/veiculos-inteligentes/apresentacoes/27-11-p4-cidades-e-veiculos-inteligentes-carlos-rodriguez-inmetro.pdf> Acesso em: 01 mar 2022

TRUCSAFETY. Disponível em: (<https://trucksafety.org/automatic-emergency-braking/>) Acesso em: 09 mar 2022

VASCONCELOS, E. Revista dos transportes públicos – ANTP – Ano 21 – 1999 – 1º trimestre.