

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO  
ESPECIALIZAÇÃO EM INFORMÁTICA: ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:  
GESTÃO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

**REINALDO LAS CAZAS ERSINZON**

**POLICIAMENTO INTELIGENTE: UM ESTUDO DO USO E VIABILIDADE DA  
TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO POLICIAMENTO OSTENSIVO E  
CONTROLE DE TRÁFEGO**

**Brasília**

**2019**

**REINALDO LAS CAZAS ERSINZON**

**POLICIAMENTO INTELIGENTE: UM ESTUDO DO USO E VIABILIDADE DA  
TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO POLICIAMENTO OSTENSIVO E  
CONTROLE DE TRÁFEGO**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Informática do Departamento de Ciência da Computação do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Especialista em Informática.

Área de Concentração: Gestão de Tecnologia da Informação

Orientador: Prof. Erickson Rangel do Nascimento

Brasília

2019

@ REINALDO LAS CAZAS ERSINZON

Todos os direitos reservados

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do ICEx – UFMG**

Ersinzon ,Reinaldo Las Cazas

E74p Policiamento inteligente: um estudo do uso e viabilidade da tecnologia da informação no policiamento ostensivo e controle de tráfego / Reinaldo Las Cazas Ersinzon – Brasília, 2019.

56 f., il.

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Ciência da Computação.

Orientador: Erickson Rangel do Nascimento

1.Computação – Monografias. 2. Mobilidade urbana .3 Segurança pública.4 Segurança viária. Visão computacional  
I. Orientador. II. Título

CDU 519.6\*



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO  
ESPECIALIZAÇÃO EM INFORMÁTICA: ÁREA DE CONCENTRAÇÃO GESTÃO EM  
TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO

Policiamento Inteligente: um estudo do uso e viabilidade da tecnologia da informação  
no policiamento ostensivo e controle de tráfego

REINALDO LAS CAZAS ERSINZON

Monografia apresentada aos Senhores:

Prof. Erickson Rangel do Nascimento  
Orientador  
DCC - ICEx - UFMG

Prof. José Nagib Cotrim Árabe  
DCC - ICEx - UFMG

Prof. José Marcos Silva Nogueira  
DCC - ICEx - UFMG

Belo Horizonte, 14 de março de 2019

## RESUMO

A Urbanização da população mundial alcançou índice de 54% dos habitantes residentes em cidades urbanizadas em 2014. A urbanização conduz a grandes desafios: habitação, mobilidade urbana, emprego, mudanças climáticas e segurança pública. Soluções de alta tecnologia, como o monitoramento por câmeras, contribuem para a redução das mortes e lesões por acidentes de trânsito e dos seus respectivos custos socioeconômicos de maneira mais efetiva que soluções de baixa intensidade tecnológica, como capacitação e aumento do efetivo de fiscalização. Assim, torna-se crucial reforçar as estratégias de policiamento nas vias com medidas de fiscalização de trânsito, com foco na redução de acidentes, a partir de abordagens baseadas em evidências para prevenir mortes e lesões no trânsito bem como mitigar as consequências dos acidentes de trânsito, o que conduz ao incentivo para introdução novas tecnologias de gestão do trânsito e sistemas de transporte inteligentes para evitar lesões e mortes no trânsito e, assim, maximizar a eficiência nas respostas para diminuição da morbimortalidade e deficiências. A utilização de novas tecnologias vem para aprimorar as ações de controle e fiscalização, desde a utilização de câmeras até drones, e auxiliar na construção de confiança entre comunidade e policiais, por meio de redes sociais, envolvendo uma ampla gama de produtos e soluções. As soluções tecnológicas em visão computacional voltadas para o monitoramento do tráfego e da segurança pública e viária são novos instrumentos para o salto de produtividade em segurança pública, elevando o número de apurações assertivas e reduzindo a letalidade policial mantendo-se o efetivo disponível semelhante ao dos dias atuais.

**Palavras-chave:** Mobilidade urbana. Segurança pública. Segurança viária; Rodovias federais; Visão computacional

## ABSTRACT

Urbanization of the world population reached 54% of the inhabitants of urbanized cities in 2014. Urbanization leads to major challenges: housing, urban mobility, employment, climate change and public safety. High-tech solutions, such as camera monitoring, contribute to the reduction of traffic accident deaths and injuries and their associated socioeconomic costs more effectively than low-tech solutions, such as training and increased enforcement. Thus, it is crucial to reinforce road policing strategies with traffic enforcement measures, focusing on accident reduction, from evidence-based approaches to preventing road traffic fatalities and injuries as well as mitigating the consequences of traffic accidents, which leads to the incentive to introduce new traffic management technologies and intelligent transport systems to avoid road traffic injuries and deaths and thus maximize efficiency in responses to decreasing morbidity and mortality. The use of new technologies comes to improve control and enforcement actions, from the use of cameras until drones, and to build trust between community and police through social networks, involving a wide range of products and solutions. Computer vision technology solutions aimed at monitoring traffic and public and road safety are new tools for the leap in public safety productivity, increasing the number of assertive investigations and reducing police lethality while keeping the available staff similar to current days.

**Keywords:** Urban mobility. Law enforcement. Road safety. Federal highways.  
Computational vision

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MAPA DA URBANIZAÇÃO NACIONAL. RETIRADO DE MOURA, 2018.....	15
FIGURA 2 - TAXA DE HOMICÍDIOS DISTRIBUÍDA POR MUNICÍPIOS NO PAÍS. RETIRADO DE KALOUT, 2018. ....	21
FIGURA 3 - UTILIZAÇÃO DE PROCESSAMENTO POR TIPO DE SERVIÇO EM NUVEM. RETIRADO DE CISCO, 2017.....	20
FIGURA 4 - RELAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA. RETIRADO DE COGNUB.COM.....	21
FIGURA 5 - FATORES CHAVE PARA CIDADES INTELIGENTES. RETIRADO DE UN-HABITAT, 2016. ....	26
FIGURA 6 - OCORRÊNCIAS DE ACIDENTES E NÚMEROS DE FERIDOS E MORTOS EM TODO PERÍODO ANALISADO. PRODUZIDO PELO AUTOR. .....	32
FIGURA 7 - CICLO ANUAL DE ACIDENTES E GRAVIDADE EM RODOVIAS FEDERAIS. PRODUZIDO PELO AUTOR. ....	27
FIGURA 8 - ACIDENTES TOTAIS POR FASE DO DIA. ....	28
FIGURA 9 - ACIDENTES POR TIPO DE VÍTIMAS AO LONGO DO ANO. PRODUZIDO PELO AUTOR.....	29
FIGURA 10 - DISTRIBUIÇÃO TOTAL DE VÍTIMAS, FATAIS E FERIDAS GRAVE, POR ÁREA, TIPO E TRAÇADO DA VIA. FONTE: PRF 2015- 2016. ....	30
FIGURA 11 - DISTRIBUIÇÃO TOTAL DE VÍTIMAS, FATAIS E FERIDAS GRAVE, POR CONDIÇÕES DA VIA. FONTE: PRF 2015-2016. ....	31
FIGURA 12 -DISTRIBUIÇÃO TOTAL DE VÍTIMAS, FATAIS E FERIDAS GRAVE, POR PERÍODO DO DIA. FONTE: PRF 2015-2016. ....	31
FIGURA 13 - DISTRIBUIÇÃO DE ACIDENTES POR TIPO DE ACORDO COM FASE DO DIA EM ÁREA RURAL, PISTA SIMPLES E SECA E TRAÇADO RETO. FONTE: PRF 2015-2016.....	32
FIGURA 14 - DISTRIBUIÇÃO DO TOTAL DE INFRAÇÕES DE TRÂNSITO. FONTE: PRF 2015-2016. ....	33
FIGURA 15 - CIDADES INTELIGENTES COM IOT. [MCTIC, 2018] .....	38
FIGURA 16 - ÉTAPAS DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS PARA VISÃO COMPUTACIONAL. [GALLON, 2013] ADAPTADO DE [GONZALEZ, WOODS, 2000]. ....	40

## LISTA DE SIGLAS

ADI	Ação Direta de Inconstitucionalidade
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Social
CNT	Confederação Nacional do Transporte
IA	Inteligência Artificial
IACP	International Association of Chiefs of Police
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IoT	Internet of Things
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PIB	Produto Interno Bruto
SAD	Safety Aided Drive
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UIT	União Internacional de Telecomunicações
YOLO	You Only Look Once



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	10
1 SEGURANÇA PÚBLICA E SEGURANÇA VIÁRIA .....	14
2 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO .....	19
3 POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL.....	24
4 REVOLUÇÃO POLICIAL .....	35
CONCLUSÃO .....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45

## INTRODUÇÃO

Segundo o *World Cities Report 2016* [UN-HABITAT, 2016], a urbanização da população mundial alcançou índice de 54% dos habitantes residentes em cidades urbanizadas em 2014 e deverá ultrapassar o quantitativo de 6 bilhões de pessoas em 2050, cerca de dois terços da população mundial estimada. O fenômeno da urbanização carrega sério risco de colapso dos serviços públicos e da infraestrutura que devem adequar-se com planejamento e modernização à nova realidade das cidades e aglomerados urbanos.

A urbanização conduz a grandes desafios: habitação, mobilidade urbana, emprego, mudanças climáticas e segurança pública. De acordo com os estudos reportados em [UN-HABITAT, 2016], o crescimento populacional e os efeitos da globalização durante as últimas décadas aumentaram a complexidade e o número de crimes nas cidades, conduzindo o temor da violência em uma das principais preocupações dos cidadãos no cotidiano. O rápido crescimento urbano acrescentou novos níveis de riscos como resultado de uma inadequada infraestrutura e ineficiência de serviços básicos. O aumento dos acidentes de trânsito, por exemplo, é reflexo da infraestrutura deficiente nas cidades [UN-HABITAT, 2016].

A adoção de soluções de alta tecnologia, como monitoramento por câmeras, contribuem para a redução das mortes e lesões por acidentes de trânsito e dos seus respectivos custos socioeconômicos através da melhoria do cumprimento das leis de trânsito, quando então a população estará convencida de que, no futuro, violar a lei poderá muito bem resultar em uma penalidade [OPAS, 2018].

A humanidade vem vivendo uma grande revolução a cada século. As necessidades humanas e o arranjo entre povos no comércio mercantil ao longo de toda a história contribuíram para desenvolver tecnologias para alcançar melhores condições de oferta de mercadorias para as demandas crescentes. Novas tecnologias estão sempre surgindo na sociedade, como avanço dos meios de troca de mercadorias desde o escambo até os títulos de depósito de ouro e outros metais preciosos nos primórdios da civilização ocidental.

A economia digital, moderna e dinâmica, é centro vital das economias desenvolvidas e os países líderes têm se posicionado de forma estratégica em relação ao tema. Os países buscam alavancar suas principais competências e vantagens, ao mesmo tempo preenchendo lacunas importantes para maximizar os benefícios da

economia digital [MCTIC, 2018]. As vantagens competitivas do país, como agronegócio, setores de indústria e serviços, diversidade cultural, economia e mercado consumidor atraentes, devem ser aproveitadas para superar seus desafios estruturantes e avançar na digitalização da economia [MCTIC, 2018].

A Polícia Rodoviária Federal, como órgão de Estado, frequentemente presta apoio aos outros órgãos de segurança em ações conjuntas dentro e fora de sua área de atuação primária, as rodovias federais, na busca do interesse público uno e indivisível [GOMES, 2016]. A Polícia Rodoviária Federal, atualmente, é o órgão de segurança pública mais capilar do país, presente em todas as unidades da federação com mais de 550 pontos de atendimento em todo território nacional, atuando em mais 1.800 municípios, com efetivo superior a 10 mil agentes policiais.

Assim, torna-se um desafio reforçar as estratégias de policiamento nas vias com medidas de fiscalização de trânsito, com foco na redução de acidentes, a partir de abordagens baseadas em evidências para prevenir mortes e lesões no trânsito e mitigar suas consequências conduz ao incentivo a introdução novas tecnologias de gestão do trânsito e de sistemas de transporte inteligentes para mitigar os riscos de lesões e mortes no trânsito e maximizar a eficiência nas respostas para diminuição da morbimortalidade e deficiências.

As tecnologias da informação permitiram as polícias na década de 1990 a aperfeiçoarem as atividades de policiamento aleatório para estratégia integrada e direcionaram elevação da qualidade dos serviços para o público e a resposta ao crime [CHAN, 2001]. As organizações utilizam tecnologias por diversas razões, como melhorar a eficiência operacional, inovações de produtos e serviços com mais facilidade, obter informações de apoio ao planejamento e estratégias de negócio, aprimorar a imagem da marca, a qualidade do produto e a fidelidade dos clientes [TOSUN, 2016].

A utilização de novas tecnologias vem para aprimorar as ações de controle e fiscalização e auxiliar na construção de confiança entre comunidade e policiais, desde utilização de câmeras, redes sociais e drones, envolvendo uma ampla gama de produtos e soluções. Tecnologias de geoprocessamento e análise estatística também são empregadas para planejamento das ações operacionais, onde o diagnóstico estatístico busca identificar os eventos de maior ocorrência e a localização destes em termos geográficos e temporais, analisando ruas, bairros, horário e dias de maior

incidência, permitindo a identificação de eixos e áreas de atuação planejada [BEATO, 1998].

Os avanços mais recentes em visão computacional conduzem a uma nova fronteira a ser explorada a partir da disseminação de câmeras de monitoramento ao longo dos anos no auxílio das ações de segurança nas cidades e estradas. Os sistemas computacionais de visão computacional atuais permitem a detecção de veículos, pessoas e geometria com alta precisão. A utilização de processamento de imagens para detecção de veículos em estradas permite a análise de métricas de tráfego, como velocidade, volume, congestionamentos e acidentes, ofertando dados para planejamento de tráfego e atuação das agências de segurança viária [MACCARLEY, HEMME, 2001].

O grande número de condutores dotados de smartphones com sistemas de navegação conectados e instalados no painel de vidro frontal do veículo permitem avançar na utilização de sistemas de visão computacional de auxílio à direção segura (Safety Aided Drive – SAD) em apoio aos sistemas de sensores dos veículos modernos. A infraestrutura viária inteligente, a partir de dispositivos atualizados em IoT, contribui para segurança do tráfego nas rodovias através do intercâmbio de dados com os smartphones dos condutores e centrais eletrônicas dos veículos gerando melhores alertas e ações na redução dos acidentes, ou pelo menos na diminuição da gravidade das lesões decorrentes desses [GREWE, LAGALI, 2017].

O uso de câmeras junto ao corpo dos agentes de segurança vem crescendo nas agências para melhoria das ações de coleta de evidências e fortalecendo a atuação dos agentes e a transparência. O impacto positivo destas câmeras analisado em um estudo de 12 meses na Califórnia sugeriu significativa redução da aplicação da força pelos agentes e também contra os mesmos, alcançando 87,5% menos incidentes envolvendo esses agentes com as câmeras [OCOPS, 2015]. As câmeras vestíveis têm sido propostas para aumento da transparência, eficiência e efetividade da atuação policial. Um exemplo é o uso de câmeras junto ao corpo por policiais em Londres que demonstrou a redução do número de denúncias contra agentes, especialmente as que se referem a comportamento agressivo dos agentes [GROSSMITH, 2015]. As abordagens policiais não foram afetadas em Londres com o uso de câmeras, contudo o impacto sobre o número de prisões foi relevante pois os agentes necessitavam de justificativas mais fortes para suas ações quando estavam com as câmeras, atuando, portanto, sobre o comportamento da execução na

condução do evento da abordagem [GROSSMITH, 2015]. Para os cidadãos envolvidos nas abordagens e outras interações com policiais, o uso das câmeras possui benefícios potenciais facilitando a comunicação e a transparência da atuação policial. O registro das câmeras permite maior precisão e detalhes de localização e relacionamentos entre criminosos por meio do registro facial dos envolvidos, ainda que inicialmente sem alguma relação efetiva de identificação individual [GROSSMITH, 2015].

As soluções tecnológicas em desenvolvimento científico para visão computacional voltadas para o monitoramento do tráfego e da segurança pública e viária constituem-se no ferramental essencial para o salto de produtividade da fiscalização e controle esperado para próxima década, acrescentando maior automação em suporte à atividade do policial. As condições típicas de acidentes em rodovias federais: pleno dia, sem chuva e pistas de traçado reto, permitem a implementação das técnicas de visão computacional disponíveis e a alavancagem das ações para redução de acidentes, à semelhança, por exemplo, nas localidades onde há controle automático de velocidade por radares. O tipo de acidente mais recorrente, colisão frontal em pistas simples, possui elevado grau de viabilidade com as técnicas disponíveis de detecção, classificação e rastreamento de objetos com uso de visão computacional, podendo inovar cientificamente para radares automatizados de garantia do respeito à sinalização horizontal de não ultrapassagem em locais proibidos.

A utilização de câmeras de velocidade, acompanhadas de campanhas educativas, não reduzem a velocidade apenas nas localidades instaladas, mas também em toda região de abrangência, alcançando seção de 22 km em rodovias [STEINBACH, 2016]. A velocidade excessiva é um importante fator de risco de lesões causadas pelo trânsito, contribuindo tanto para o risco como as consequências de um acidente com aumento de 3% no montante de acidentes que resultam em lesões e em um aumento de 4% a 5% em acidentes fatais [OPAS, 2018].

## 1 SEGURANÇA PÚBLICA E SEGURANÇA VIÁRIA

O movimento rápido e intenso da urbanização no Brasil inicia-se na década de 1950 com a industrialização alcançando o país, sendo acentuada na década de 1960 com desenvolvimento do setor automobilístico e construção de estradas e rodovias [SILVA; MACÊDO, 2009]. A região concentrada, com uma divisão do trabalho mais intensa, apresenta uma modernização generalizada comparada ao estágio de desenvolvimento nacional, ao passo que no restante do país a modernização é seletiva [SANTOS, 1993]. O recenseamento de 1991 apresentava uma taxa de urbanização de 75% no país e de 56% na Região Norte, confirmando a transição urbana da população brasileira [SANTOS, 1993].

Os municípios em estágio mais avançado da urbanização ou em processo de metropolização, cujo conjunto alcançava, em 2010, um grau de urbanização de 93,8% [Figura 1], perfazendo 32% do total dos municípios brasileiros, abrigavam 137.854.402 habitantes, ou 72,3% da população, assim como registravam 87,6% do total do PIB nacional e o mais elevado PIB per capita entre as escalas: R\$ 24,7 mil [MOURA, 2018]. O sistema urbano, como uma totalidade, é movido por condições e ritmos desiguais, por meio dos quais as diferentes partes se ajustam às mudanças exigidas pela economia e sociedade, não sendo uniformes em decorrência das diferentes interações, escolhas e intensidades geradas na economia.

Figura 1 - Mapa da urbanização nacional  
Brasil: grau de urbanização (2010), segundo regiões de articulação ampliada



Fonte: IBGE (2010; 2013).  
Elaboração dos autores.

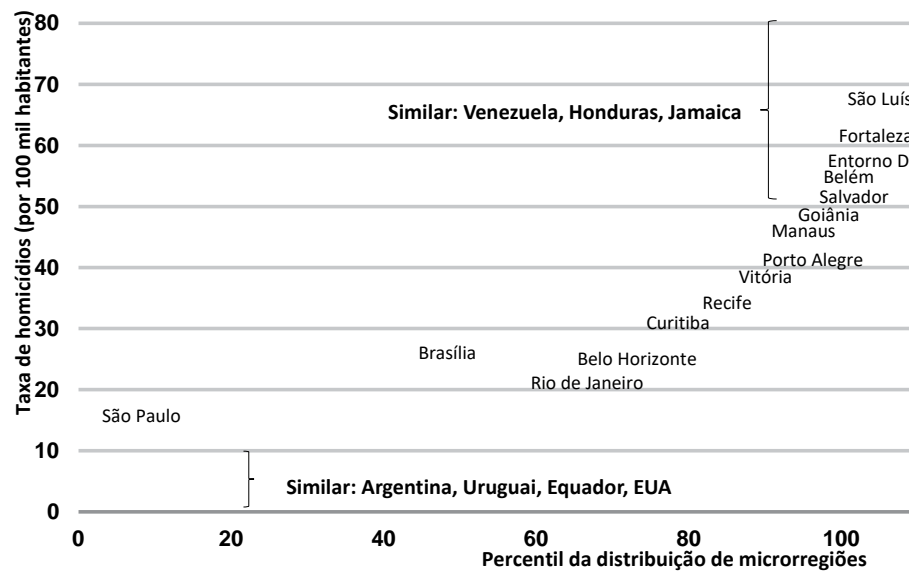
Obs.: As regiões de articulação ampliada fazem parte de IBGE (2013), complementarmente a IBGE (2008), e correspondem a recortes territoriais em três níveis escalares: as regiões de articulação urbana ampliadas, intermediárias e imediatas. O primeiro nível corresponde a regiões geralmente ligadas a uma metrópole, o segundo a regiões geralmente ligadas a uma capital regional ou a centros sub-regionais e o terceiro a regiões geralmente ligadas a centros sub-regionais ou centros de zona. O segundo e terceiro níveis sofreram posterior ajustes, que constam em IBGE (2017b); o primeiro nível permaneceu inalterado.

Fonte: MOURA, 2018.

A Segurança Pública é um dos grandes desafios do país há décadas, onde verifica-se uma elevação surpreendente do número de homicídios, saltando de 35 mil mortes em 1996 para 54 mil em 2015, ainda que com ligeira redução no período de melhores condições econômicas [KALOUT, 2018]. Sua distribuição é desigual no território nacional quando analisadas microrregiões, como São Paulo com índice inferior a 10 mortes por 100 mil habitantes ou Fortaleza com índice superior a 50 mortes por 100 mil habitantes [KALOUT, 2018].

Figura 2 - Taxa de homicídios distribuída por municípios no país

**Figura 3. Brasil: Taxa de Homicídios por Microrregião, 2015** (Homicídios por 100 mil habitantes, bolhas proporcionais à população da microrregião)



Fonte: SAE/PR com dados do SIM/Ministério da Saúde e IBGE.

Fonte :KALOUT, 2018.

No Brasil, em 2016, houve mais de 62 mil homicídios alcançando taxa de 30,3 casos por 100 mil habitantes, segundo do Ministério da Saúde, sendo cerca de 30 vezes superior à taxa da Europa, e mais elevada que de países vizinhos como Chile, Argentina e Uruguai. Desse total de homicídios, pouco mais da metade envolve jovens de 15 a 29 anos, com uma taxa de 65,5 por 100 mil habitantes, uma juventude perdida [IPEA, FBSP, 2018].

Os custos econômicos de elevados indicadores de criminalidade representam cerca de 4,38% da renda nacional em 2015, crescendo de R\$113 bilhões em 1996 para R\$285 bilhões, crescimento médio de 4,5% ao ano [KALOUT, 2018]. O peso econômico da criminalidade tende a ser maior para as Unidades da Federação com renda média mais baixa [Figura 2], com implicações sobre o baixo retorno social do gasto público em segurança no período 1996-2015 e reduzido espaço fiscal para substantivos aumentos reais no gasto público, especialmente em pessoal [KALOUT, 2018].

O setor rodoviário brasileiro é especialmente importante pela grande participação que detém no transporte de cargas. Ao longo das décadas de 1990 e 2000, o modal rodoviário respondeu por mais de 60% do total transportado no país. A origem dessa dependência está nos anos 1960 e 1970, quando a malha rodoviária federal pavimentada cresceu rapidamente, passando de 8.675 km em 1960 para 47.487 km em 1980. A partir de então cresceu lentamente e em 2000 alcançou 56.097



km. Com o Plano de Metas, no governo Juscelino Kubitscheck (1955-1960), as rodovias foram priorizadas buscando, entre outros objetivos, estimular a indústria de transformação por meio da indústria automobilística [CAMPOS NETO, 2011].

A malha rodoviária federal, responsável pela integração nacional entre as unidades da federação, possui aproximadamente 62 mil quilômetros de extensão. A conservação destas rodovias apresenta melhorias frente aos planos de investimento de infraestrutura rodoviária, mas ainda menos da metade dos trechos, cerca de 43% segundo Pesquisa Rodoviária CNT 2017, possuem classificação ótima ou boa. Os trechos classificados como ruim ou péssimo tiveram pouca redução entre 2009 e 2015, caindo de 26% para 22%, nos anos respectivos, segundo a Pesquisa Rodoviária CNT 2017. As rodovias federais comportam o fluxo viário intenso para o transporte de mercadorias e acesso aos municípios em toda extensão do país. São ainda o principal acesso para os países fronteiriços e para o Mercosul [CNT, 2017].

A segurança viária está presente como direito no capítulo constitucional de segurança pública e apresenta índices alarmantes com 39,333 mil mortes por acidentes de trânsito em 2015, uma taxa de 19,2 casos por 100 mil habitantes, segundo Retrato da Segurança Viária 2017, superior à média de 15,9 mortes para as Américas e mais que o dobro da média da Europa. As mortes por lesões decorrentes de acidentes de trânsito foram a principal causa no mundo entre jovens de 15 a 29 anos em 2012, uma geração economicamente ativa, segundo dados do Relatório Global sobre o estado da Segurança Viária 2015 da OMS [OPAS, 2018]. Há outro dado alarmante, que segundo a OMS, para cada óbito no trânsito há pelo menos outros 20 feridos. O custo econômico desses altos índices de violência no trânsito no país chegou ao montante estimado de R\$19,3 bilhões em 2015, segundo o IPEA, valor inferior ao PIB de apenas 35 municípios brasileiros [AMBEV, 2018].

A Declaração de Brasília, a respeito da II Conferência Global de Alto Nível sobre Segurança no Trânsito, realizada na capital federal no ano de 2015, sob a liderança do Brasil, reconheceu as lesões e mortes no trânsito como problema de saúde pública vitimando mais de 1,25 milhão de pessoas e lesionando até 50 milhões por ano em todo mundo representando um custo estimado de US\$1,85 trilhão anualmente.

Diante da alarmante situação de prejuízos ao país decorrente de crimes e acidentes de trânsito a fiscalização torna-se fundamental para o sucesso das leis vigentes que permitem coibir os comportamentos danosos à ordem pública, à incolumidade das pessoas e à proteção de seus bens. Porém o grau de fiscalização

exigido para o adequado impacto regulador da situação atual muitas das vezes não está prontamente disponível e dependem de fatores como a vontade política, a disponibilidade de recursos e as prioridades concorrentes em âmbito nacional [OPAS, 2018].

O efetivo policial no país está inferior ao recomendado pela ONU alcançando em 2014 taxa de 473 habitantes para cada policial. A tendência de redução é evidente em função da crise econômica e da pressão sobre os gastos públicos e do crescimento populacional. Comparativamente, nos Estados Unidos a proporção é de 294 habitantes para cada policial. Pesquisa realizada pelo Escritório das Nações Unidas para Drogas e Crimes no ano de 2010 identificou que a média mundial era de 300 habitantes para cada policial.

A busca do aumento da produtividade e eficiência desafia os governos e a gestão pública e a solução passa por uma avaliação eficaz dos resultados e o incremento do uso de tecnologias inovadoras para alcançar patamares próximos aos países desenvolvidos. As cidades inteligentes integram sociedade e governo através de tecnologias inovadoras permitindo a promoção da sustentabilidade, da cidadania e da integração social. As áreas de aplicação nas cidades inteligentes são as mais diversas, como transporte, saúde, segurança, infraestrutura e serviços.

Os comeditos resultados obtidos no setor ao longo dos anos demandam acréscimo de eficiência das políticas de segurança pública afastando-se de um modelo tradicional de policiamento semi-aleatório para um modelo fundamentado em evidências claras sobre quais intervenções possuem resultados efetivos a partir da agregação de dados de atuação das forças de segurança e o monitoramento das ações implementadas [KALOUT, 2018].

## 2 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

A sociedade tende a conectar cada vez mais seus indivíduos. Há um século atrás as viagens transatlânticas de navio duravam meses e o avião era uma invenção recente, o avanço das comunicações era o telégrafo e as transmissões de rádio por ondas eletromagnéticas, recém descobertas no fim do século XIX. As necessidades humanas e o arranjo entre povos no comércio mercantil ao longo de toda a história contribuíram para desenvolver tecnologias para alcançar melhores condições de oferta de mercadorias para as demandas crescentes.

A nova revolução, denominada de Quarta Revolução Industrial, aparece no início do século XXI com perspectiva de profundas transformações na sociedade e na produção. A sociedade da informação, reconhecida já desde a virada do século anterior para o atual, com difusão das redes de conexão entre sistemas informáticos e pessoas, a internet, já possuía sinais de inflexão para uma nova estrutura em construção que congrega desafios e oportunidades que alteram a vida, o trabalho e o relacionamento da sociedade [SCHWAB, 2016]. A expansão das capacidades de interconexão e processamento de dados entre as pessoas diretamente através da internet e dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*, carrega intrinsecamente maior velocidade e amplitude da relação entre pessoas e empresas e governos em todas as áreas, como saúde, educação e transportes.

A computação em nuvem revolucionou diversos ecossistemas provendo significativos benefícios através de ferramentas de automação para criar, conectar, configurar e reconfigurar recursos virtualizados em acordo com a demanda. A virtualização permitiu que um enorme centro de processamento de dados em uma empresa pudesse ser reduzido de milhares de servidores físicos para algumas centenas, mantendo aqueles milhares de máquinas, virtualizadas. A arquitetura da computação em nuvem permite um maior dinamismo em escalabilidade com recursos virtualizados ofertados como serviços através da internet. O novo paradigma carrega vantagens como economia de custos, alta disponibilidade e facilidade de ajustar a capacidade demandada e a ofertada em centros de processamento de dados [MAHMOUDI, 2017].

O uso de softwares terá uso massivo pelo modelo de serviços, conhecido como *Software as a Service* (SaaS) em virtude das tecnologias de nuvem e o acréscimo de capacidade e disponibilidade dos Datacenters [Figura 3].

Figura 3 - Utilização de processamento por tipo de serviço em nuvem

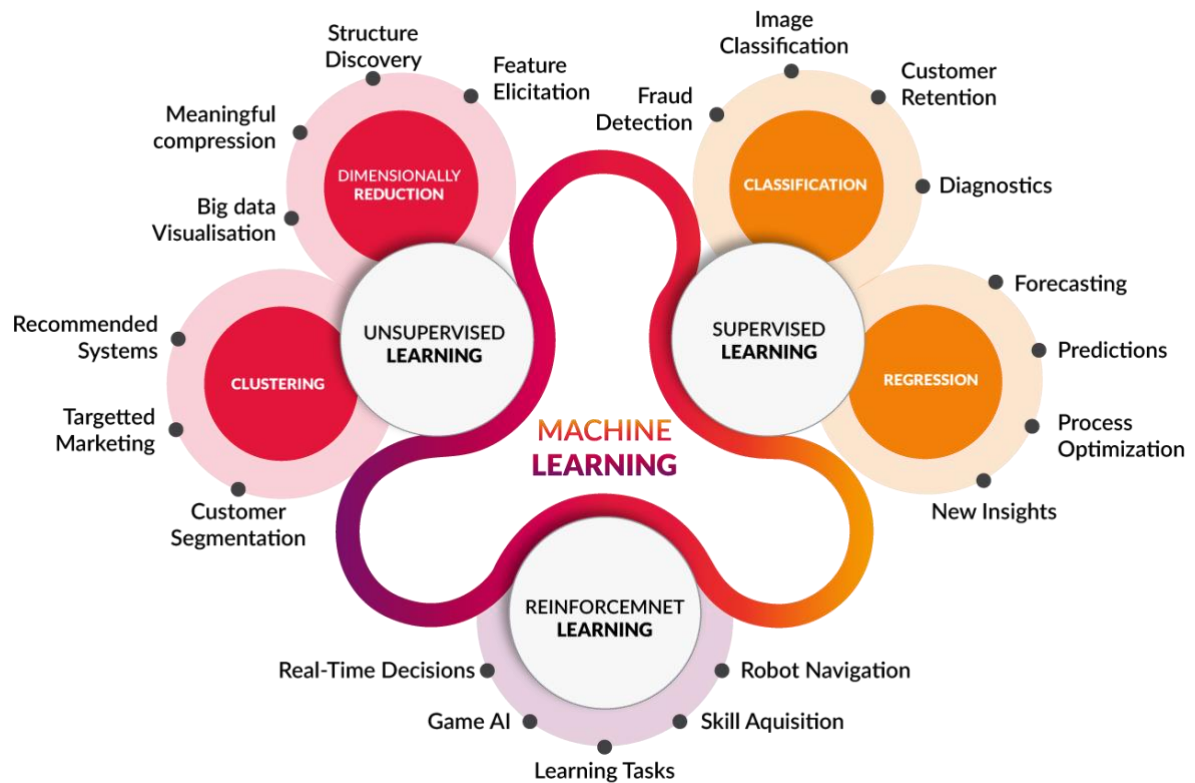


FONTE: CISCO, 2017.

A Inteligência Artificial (IA) é conhecida pela comunidade científica desde década de 1950 pelos estudos de Alan Turing, quando John McCarthy concebeu o termo relativo aos estudos sobre automação e árvores de decisão por meio de velocidade e precisão de cálculos, como no caso materializado no fim dos anos 1990 da disputa de xadrez entre o computador Deep Blue e o enxadrista Gasparov, e refere-se à habilidade de um computador para executar tarefas comumente associadas a seres inteligentes, como percepção visual, reconhecimento de voz, tomada de decisões ou tradução de línguas [HAYKIN, 1994].

Tecnologias de aprendizado de máquinas e visão computacional estão mais disponíveis pelo desenvolvimento de modelos e técnicas junto com recursos de processamento computacional superiores e de baixo custo, comparado com anos atrás. Há uma grande diversidade de aplicações e algoritmos de máquinas em segmentos de aprendizado profundo e visão de máquina. A aplicação de múltiplas e corretas ferramentas ofertam atualmente ótima relação de custo e benefício para o estudo ou proposta para solução de uma necessidade [Figura 4].

Figura 4 - Relação das tecnologias de aprendizado de máquina.



Fonte: cognub.com

As cidades têm de lidar com grande gama de desafios – de prevenção da violência até mobilidade eficiente, ambiente sustentável e sistemas de energia eficientes – e para alcançar esses desafios, as tecnologias da informação e comunicações são desenvolvidas para aprimorar os serviços e a qualidade de vida, utilizando os dados para permitir mensurar a performance e orientar os investimentos na infraestrutura da cidade e conduzir maior eficácia na aplicação do orçamento [UN-HABITAT, 2016].

As tecnologias da informação e comunicações são centrais para as decisões fundadas em dados ao longo do tempo, sendo importante alta qualidade de infraestrutura de comunicações, inovação, investimentos e eficiência em energia e no orçamento. Nas cidades com orientação a dados para formação das decisões, os avanços recentes em *big data*, análise de dados, aprendizado de máquina, visão computacional, métricas preditivas e relações geoespaciais, proporcionam a produção de políticas públicas baseadas em evidências tornando os investimentos e a gestão da infraestrutura mais efetivos [UN-HABITAT, 2016].

As tecnologias de uma cidade inteligente permitem auxiliar as políticas públicas com respeito ao desenvolvimento sustentável e serviços eficientes. O mercado global para cidades inteligentes crescerá 14% ao ano, avançando de US\$ 506,8 bilhões em 2012 para montante estimado de US\$ 1,3 trilhões em 2019. Os governos irão investir aproximadamente US\$ 41 bilhões, nos Estados Unidos, para atualizar a infraestrutura e beneficiar-se das vantagens das tecnologias de IoT [UN-HABITAT, 2016].

Compreender como o fenômeno da Indústria 4.0 pode auxiliar os processos e os resultados em Segurança Pública e torna-se um caminho para desenvolver o policiamento e alcançar parâmetros de produtividade melhores que os atuais mesmo sob impacto da instabilidade de efetivo das forças policiais no país.

A visão computacional se propõe a desenvolver capacidades nas máquinas que permitam automatizar atividades que demandem cognitivo visual. O processo de decodificação de uma quantidade significativa de dados multidimensionais para decifrar padrões em imagens requer análises muito mais complexas que outras formas de informações binárias. Reconhecimento facial e biométrico são exemplos de uso de visão computacional para identificação de indivíduos com finalidade de segurança, assim como analisar marcas em imagens de vídeo de vigilância para auxiliar agentes das forças de segurança [JOSHI, 2019].

O desenvolvimento tecnológico é uma marca constante nas revoluções industriais, demonstrando, em momentos de inflexão da produção capitalista, alta capacidade de evolução e disseminação com custos acessíveis às unidades de produção. O poder de processamento das máquinas avançou exponencialmente para um desempenho melhor a cada geração, enquanto seu custo demonstra sempre uma nova margem de redução. A teoria keynesiana alertava para o desemprego por aprimoramento tecnológico e previa uma nova forma de uso do trabalho na economia [FREY, 2013].

A confusão sobre a substituição do fator trabalho pela evolução do fator capital encontra-se na ausência ou superficialidade do reconhecimento das habilidades inerentes à realização da tarefa [ACEMOGLU, 2017]. As tarefas dentro das unidades produtivas sempre existirão e deverão ser realizadas para obtenção do produto de valor adicionado proposto. Portanto, a perspectiva de substituição não se encontra nas tarefas, mas sim nas habilidades requeridas para realização dessas.

O incremento de novas habilidades no capital a partir das evoluções tecnológicas presenciadas nas revoluções industriais apresenta uma perspectiva real

de substituição do fator trabalho humano por uma elasticidade menor desse. O fator capital possui melhores condições de viabilidade em relação a custo e demanda que o fator trabalho, assim, possibilita redução do custo marginal quando aplicado em unidades produtivas que possuem tarefas nas quais a habilidade foi incorporada ao maquinário [ACEMOGLU, 2017].

### 3 POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL

A ordem constitucional do país estabelece os órgãos nacionais competentes para segurança pública, onde se integra a Polícia Rodoviária Federal destinado ao patrulhamento ostensivo das rodovias federais na segurança viária, para preservação da ordem pública e a liberdade dos indivíduos. A atuação envolve o enfrentamento aos crimes, em suas variadas formas e tipos, e o monitoramento e fiscalização da mobilidade das pessoas, veículos e bens nas rodovias federais.

A competência constitucional ampla permitiu a participação da Polícia Rodoviária Federal nos diversos temas de segurança da agenda nacional como crime organizado, narcotráfico, tráfico de pessoas, meio ambiente e segurança viária, dentre outras. Complementarmente à norma constitucional, há ampla legislação que espelha a amplitude de competências da Polícia Rodoviária Federal, em que podemos citar o Código de Trânsito Nacional, lei nº 9.503/97, e o regulamento da carreira funcional do órgão de Estado, lei nº 9.654/98.

O Plano Estratégico institucional para o período de 2013 a 2020, estabeleceu sua missão em “garantir a segurança com cidadania nas rodovias federais e nas áreas de interesse da União” orientadora de suas ações com a visão de reconhecimento “por sua excelência e efetividade no trabalho policial e pela indução de políticas públicas de segurança e cidadania”. As dimensões do resultado da Polícia Rodoviária Federal para a sociedade contemplam a redução da violência no trânsito e criminal, garantia da livre circulação e aumento da percepção de segurança nas rodovias federais em todo país.

A Polícia Rodoviária Federal, como órgão de Estado, frequentemente, presta apoio aos outros órgãos de segurança em ações conjuntas dentro e fora de sua área de atuação primária, as rodovias federais, na busca do interesse público uno e indivisível [GOMES, 2016]. A Polícia Rodoviária Federal, atualmente, é o órgão de segurança pública mais capilar do país, presente em todas as unidades da federação com mais de 550 pontos de atendimento em todo território nacional, atuando em mais 1.800 municípios, com efetivo superior a 10 mil agentes policiais.

Dentre as estratégias propostas está o policiamento nas vias e aplicação de medidas de fiscalização de trânsito preventiva, com foco na redução de acidentes, inclusive por meio da promoção de integração entre agências de policiamento e inspeção de trânsito entre governos, por sua crucial importância nas ações de



fiscalização da legislação de trânsito, apoiadas em práticas inteligentes de avaliação de risco e campanhas de sensibilização para prevenir e minimizar as lesões e danos causados pelo trânsito.

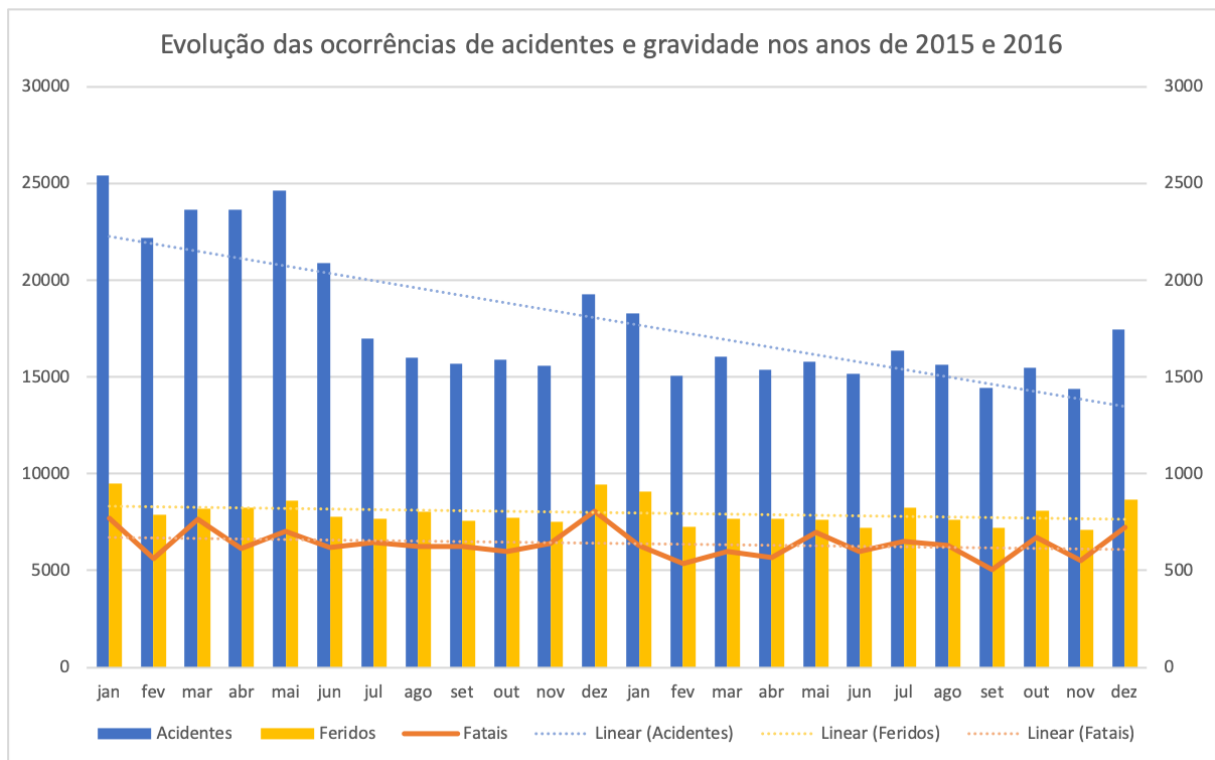
Dentre alguns exemplos de indicadores utilizados em outros países, para as atividades de policiamento rodoviário, identificamos o caso francês com indicadores de impacto pelo número anual de acidentes e vítimas em acidentes e indicadores de processo pela análise da evolução da opinião e comportamento e a satisfação de atendimento dos usuários nas estradas [DURANTE, MACEDO, 2010]. Os indicadores utilizados no modelo australiano podem agregar-se ao modelo francês ofertando uma mensuração positiva nos indicadores de processo, tal como utilização do cinto de segurança, direção sob efeito de álcool e excesso de velocidade, e ainda direcionar os indicadores de impacto a partir da relação custo-efetividade, pois no modelo australiano existe a medida de eficiência também em termos de custo por habitante nos indicadores, além da avaliação do custo do prejuízo pela ação ou omissão da polícia [DURANTE, MACEDO, 2010].

Adicionalmente, políticas públicas de diminuição de acidentes de trânsito relacionados com o trabalho, com particular atenção ao tema das condições de trabalho dos motoristas profissionais, para garantir padrões técnicos internacionais de segurança e saúde no trabalho, segurança no trânsito e condições adequadas das vias e veículos, com vistas a fortalecer as capacidades de ações de cooperação internacional entre países que compartilham rodovias através de suas fronteiras, como continuidade aos esforços de segurança viária.

A fonte de dados obtida a partir dos registros formais da Polícia Rodoviária Federal, para a identificação da relação entre acidentes e fiscalização, permitindo o conhecimento das infrações cometidas com maior valor para aplicações de automação de fiscalização através de visão computacional, contempla os acidentes ocorridos em rodovias federais em todo país nos anos de 2015 e 2016. Os dados são coletados em campo, diretamente em meio digital através de sistema de registro de ocorrências pelos policiais durante o atendimento dos acidentes. A dimensionalidade dos dados contém 21 atributos e cerca de 430 mil registros. Os diversos atributos da base de dados podem ser numéricos ou categóricos. Os atributos categóricos forma convertidos para numéricos para processamento nos modelos. A preparação dos dados envolveu a redução de dimensionalidade, normalização e transformação dos atributos.

A exploração permitiu obter informações úteis e conhecimento do volume de dados extraíndo características principais a partir de estatísticas que identificaram as interseções entre os atributos. O objetivo é descobrir parâmetros e interações ocultas nos dados que possibilitem compreender melhor as condicionantes do evento analisado [ZAKI; MEIRA, 2014]. O interesse da exploração envolve avaliar a ocorrência de dois ou mais atributos frequentes que definam a característica do evento em regras de associação dos itens [ZAKI; MEIRA, 2014].

Figura 5 -Ocorrências de acidentes e números de feridos e mortos em todo período analisado

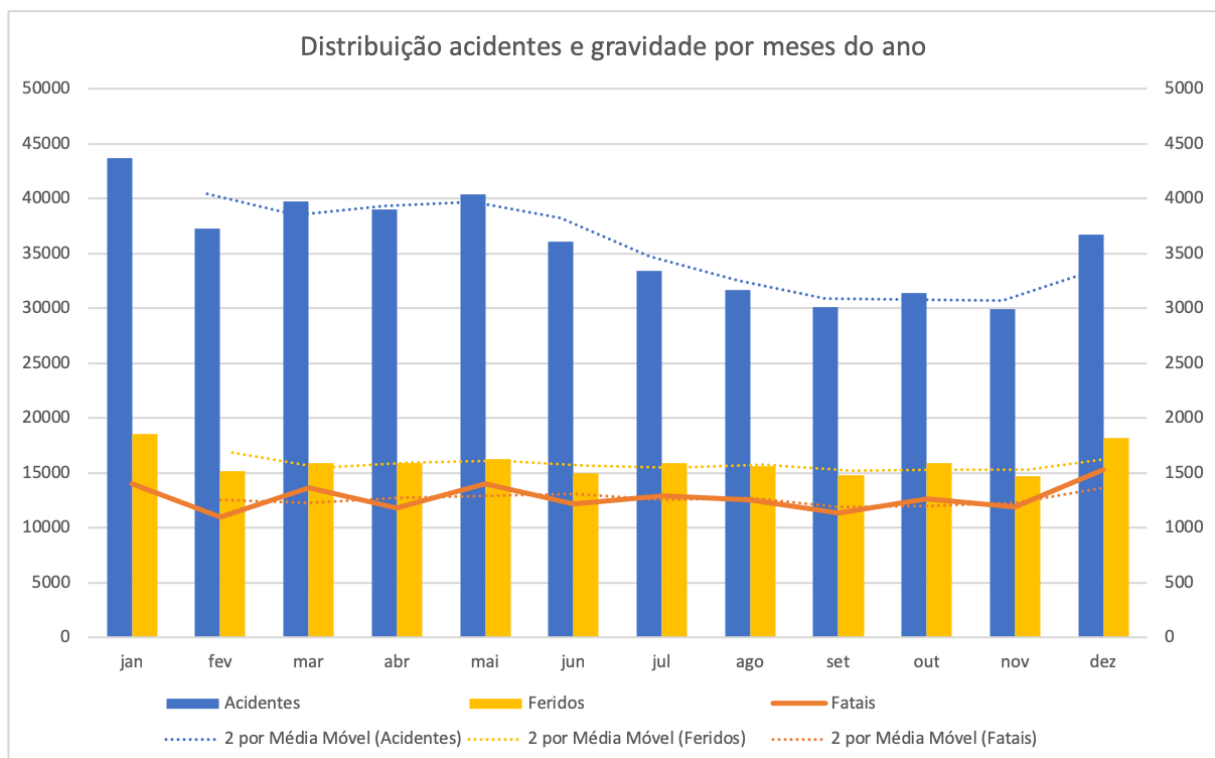


. Fonte: Produzido pelo autor

O número absoluto de acidentes reduziu cerca de um terço entre o início e o fim do período, pela inclinação negativa da curva de tendência do volume de ocorrências de acidentes [Figura 5]. Contudo, a gravidade dos acidentes não acompanhou a queda registrada no número de acidentes mantendo-se praticamente estável ao longo do período os números de vítimas feridas e fatais, implicando, então, em uma elevação da gravidade dos acidentes pois a proporção do número de acidentes com vítimas, feridas ou fatais, aumenta pela redução do número absoluto de ocorrências registradas no período.

A avaliação temporal carece ponderar se determinado mês teve efeito sazonal em decorrência da elevação do tráfego por causa de feriados ou férias costumeiras. Assim, uma análise da amostra mensal comparada por sua média móvel retrata o ciclo equilibrado do volume de acidentes e sua gravidade. É possível analisar que há um número de acidentes mais alto nos primeiros meses do ano, com atenção ao mês de janeiro de maior quantitativo absoluto a cada ano, seguida por uma redução nos meses seguintes e uma nova elevação no mês de dezembro, reiniciando o ciclo anual. Porém, o quantitativo de vítimas feridas e fatais mantém-se praticamente estável durante o ciclo anual, com ligeira elevação em janeiro e dezembro, de acordo com as médias móveis [Figura 6].

Figura 6 - Ciclo anual de acidentes e gravidade em rodovias federais.



Fonte: Produzido pelo autor.

Os acidentes apresentam maior recorrência em pleno dia durante todo ano, sendo acompanhado pelas vítimas graves, contudo as vítimas fatais em plena noite são superiores aquelas decorrentes de acidentes em pleno dia, à exceção os meses de janeiro e dezembro pelo acréscimo considerável nos acidentes gerais [Figura 7]. Pode-se avaliar também que os acidentes ao amanhecer são mais fatais que os acidentes ao anoitecer, especialmente quando ocorre volume maior de acidentes em geral nos meses de outubro a dezembro.

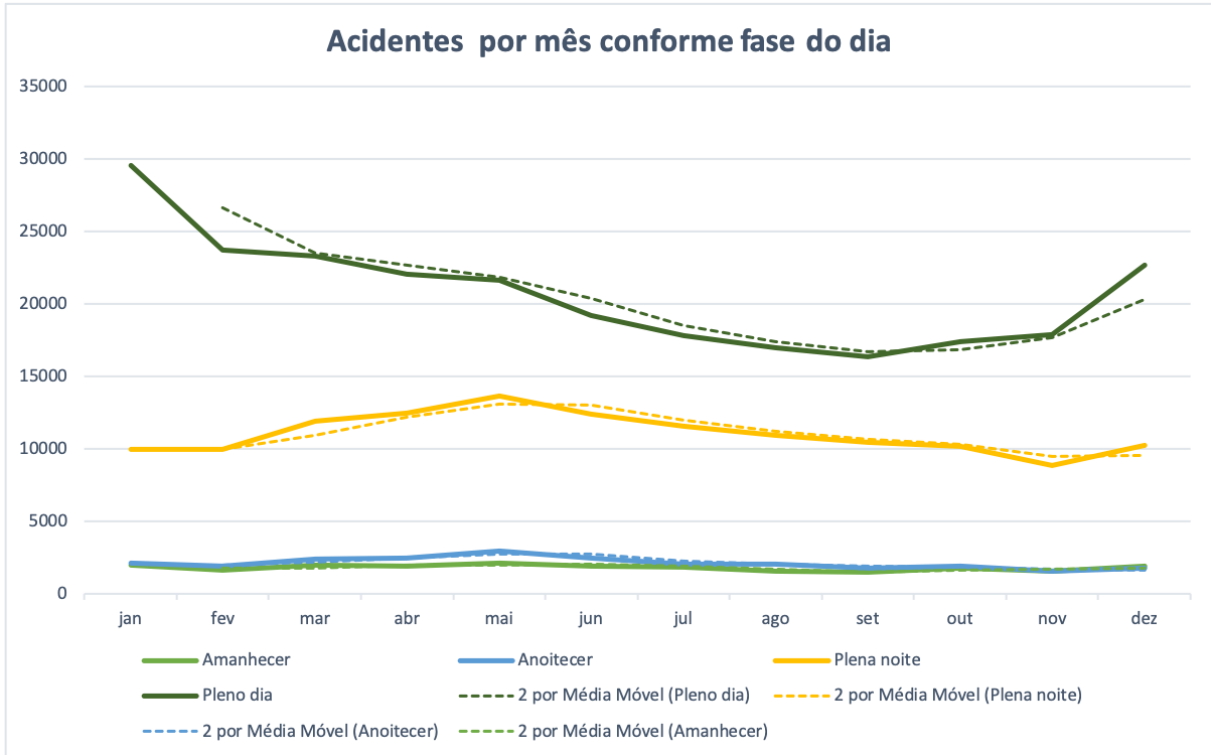


Figura 7 - Acidentes totais por fase do dia.

As rodovias federais possuem uma segmentação reconhecida entre trechos urbanos e rurais e possuem características próprias em razão do quantitativo e temporalidade do tráfego. O volume de acidentes por área de ocupação permite concluir que as áreas rurais possuem um montante ligeiramente superior de acidentes comparada às áreas urbanas [Figura 8]. A caracterização de gravidade dos acidentes também pode ser segmentada por tipo de ocupação, auxiliando a formação do conhecimento a respeito dos acidentes em rodovias federais. A fatalidade dos acidentes em áreas rurais é superior, comparado às áreas urbanas, assim como em relação às vítimas feridas com maior incidência em áreas rurais.

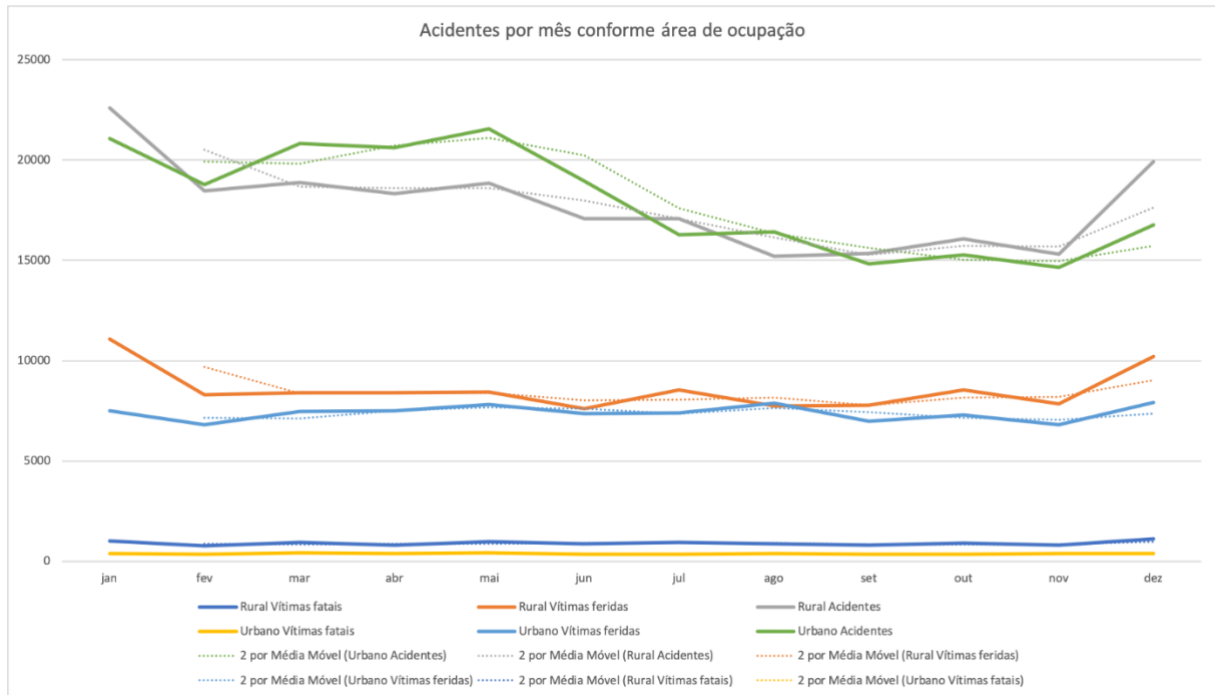


Figura 8 - Acidentes por tipo de vítimas ao longo do ano. Produzido pelo autor.

As condições em que ocorrem os acidentes também são analisadas a partir das informações da pista da rodovia onde acontecem. Os acidentes possuem maior recorrência em pistas retas, independente da área, tipo e traçado da pista, com atenção aos acidentes em curvas em pistas simples [Figura 9].

As ocorrências de maior gravidade em áreas rurais refletem a dificuldade de fiscalização policial em toda extensão de trecho rodoviário, contribuindo para sensação de impunidade em infrações de trânsito para os motoristas e então elevando os riscos de acidentes [Figura 9]. Outro parâmetro relevante e conhecido trata da velocidade dos veículos em áreas rurais, com média mais elevada que a registrada em áreas urbanas, elevando assim a gravidade dos acidentes ocorridos naquelas áreas.

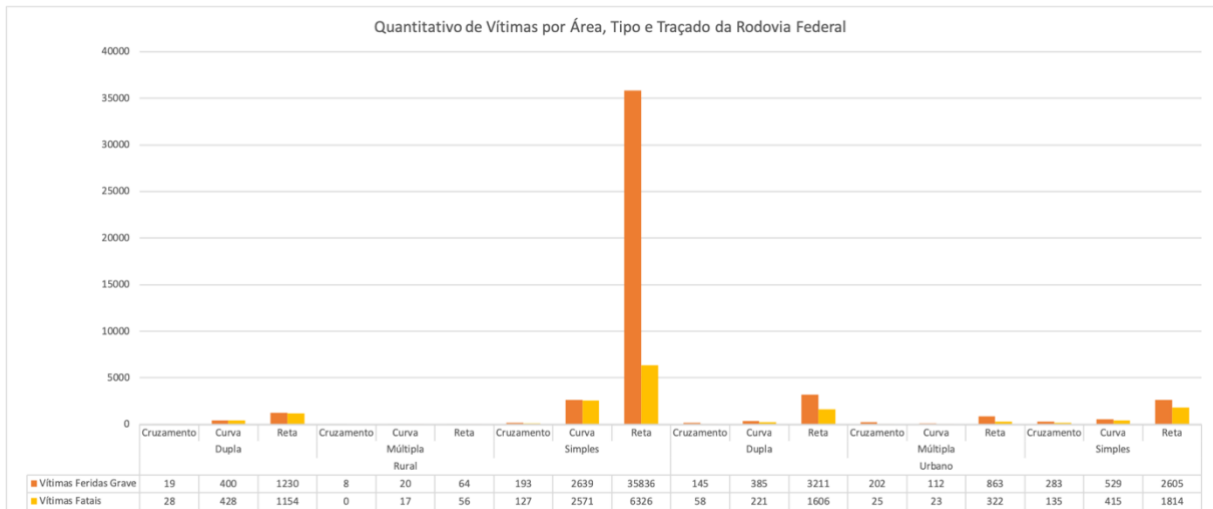
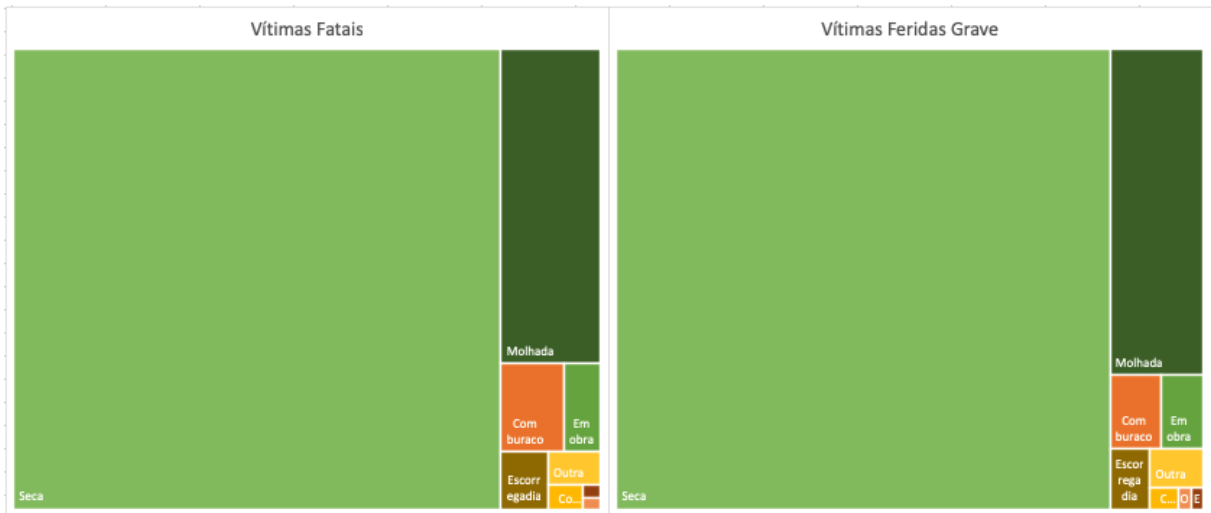


Figura 9 - Distribuição total de vítimas, fatais e feridas grave, por área, tipo e traçado da via. Fonte: PRF 2015-2016.

As condições de circulação da via são fatores a analisar sua influência sobre o tráfego. Os acidentes em traçado reto em condições de pista seca possuem o maior volume de ocorrências com vítimas fatais e feridas gravemente, superior a 80% do total [Figura 10]. Acidentes em condições de pista seca são mais recorrentes em qualquer tipo de traçado. A condição de pista molhada carrega um volume razoável de acidentes, cerca de 11%, para todos tipos de traçados em rodovias federais [Figura 10].

A condição de tempo seco em elevado grau de ocorrência nos acidentes demonstra a viabilidade para oportunidade de automação através de visão computacional da fiscalização de trânsito pois há enorme redução de problemas típicos destas aplicações, por exemplo, ruído, reduzido contraste e oclusões parciais.

Figura 10 - Distribuição total de vítimas, fatais e feridas grave, por condições da via

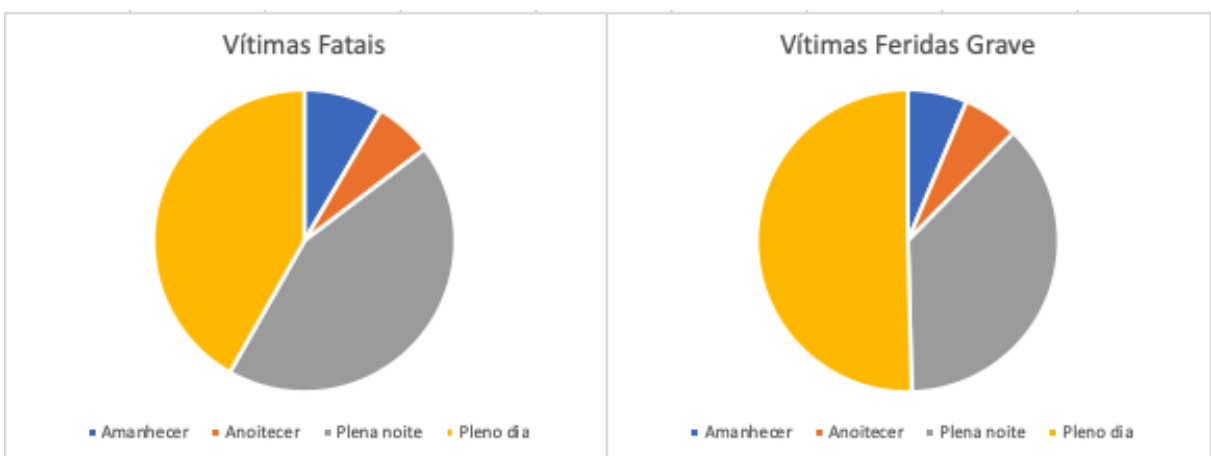


. Fonte: PRF 2015-2016.

Os impactos na geração de vítimas de acidentes possuem uma caracterização de maior especificidade. As fases plenas, do dia e da noite, têm maior incidência de vítimas, havendo maior volume de mortes no período noturno e mais feridos no intervalo diurno.

As fases plenas possuem característica de iluminação natural estável, sem variações de intensidade ou de ângulo de reflexão dos feixes luminosos para as lentes das câmeras permitindo uma estabilização dos níveis de ruído [Figura 11]. Na fase plena da noite, especialmente em áreas rurais, sem a presença de iluminação artificial, a utilização de refletores infravermelhos contribui para melhoria da qualidade da imagem.

Figura 11 -Distribuição total de vítimas, fatais e feridas grave, por período do dia.



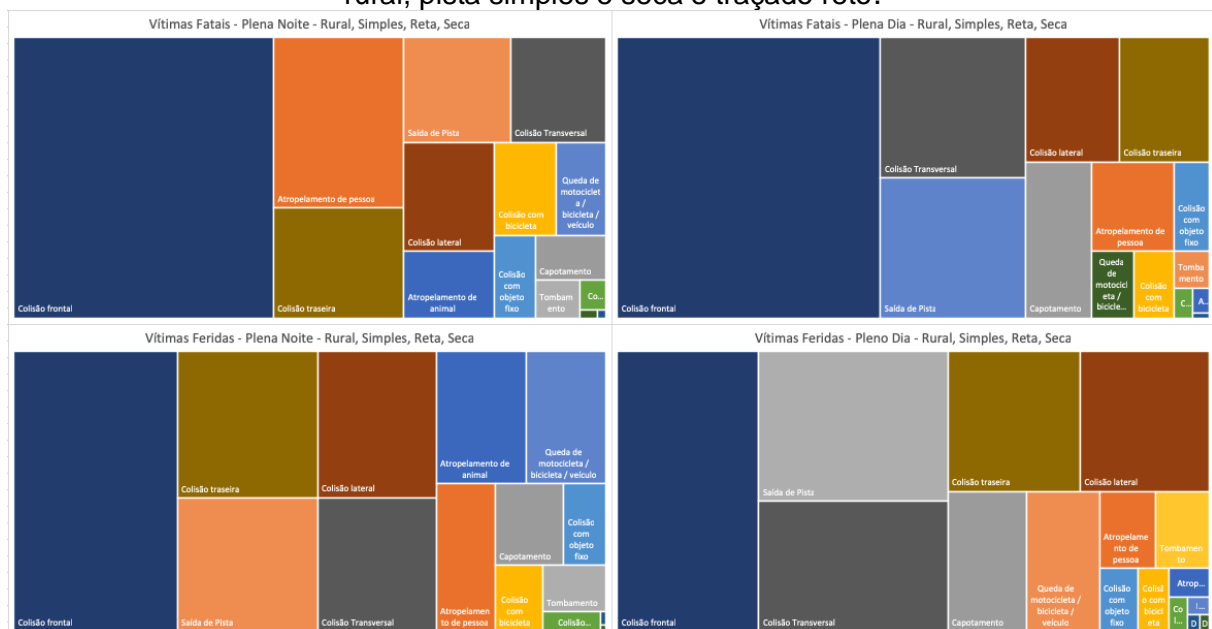
Fonte: PRF 2015-2016.

Os tipos de acidentes ocorridos ajudam a esclarecer as condições e locais de evidência de acidentes e impactos em vítimas. As colisões entre veículos de diversas

formas: traseira, lateral, transversal e frontal, representam cerca de dois terços dos tipos de acidentes registrados, que somados às ocorrências de saída de pista e capotamento concentram mais de 80% do total de acidentes [Figura 12]. Há ainda uma razoável relevância para atropelamento de pessoas em rodovias especialmente no período noturno, de forma semelhante em áreas rurais e urbanas, em pistas simples e seca em traçado reto.

O tipo mais recorrente para ambos tipos de vítimas e nas duas fases plenas do dia, a colisão frontal possui dinâmica própria de ação do condutor em trechos de pista simples e reta, decorrente da imprudência pela ultrapassagem em faixa de circulação contínua

Figura 12 - Distribuição de Acidentes por tipo de acordo com fase do dia em área rural, pista simples e seca e traçado reto.



. Fonte: PRF 2015-2016.

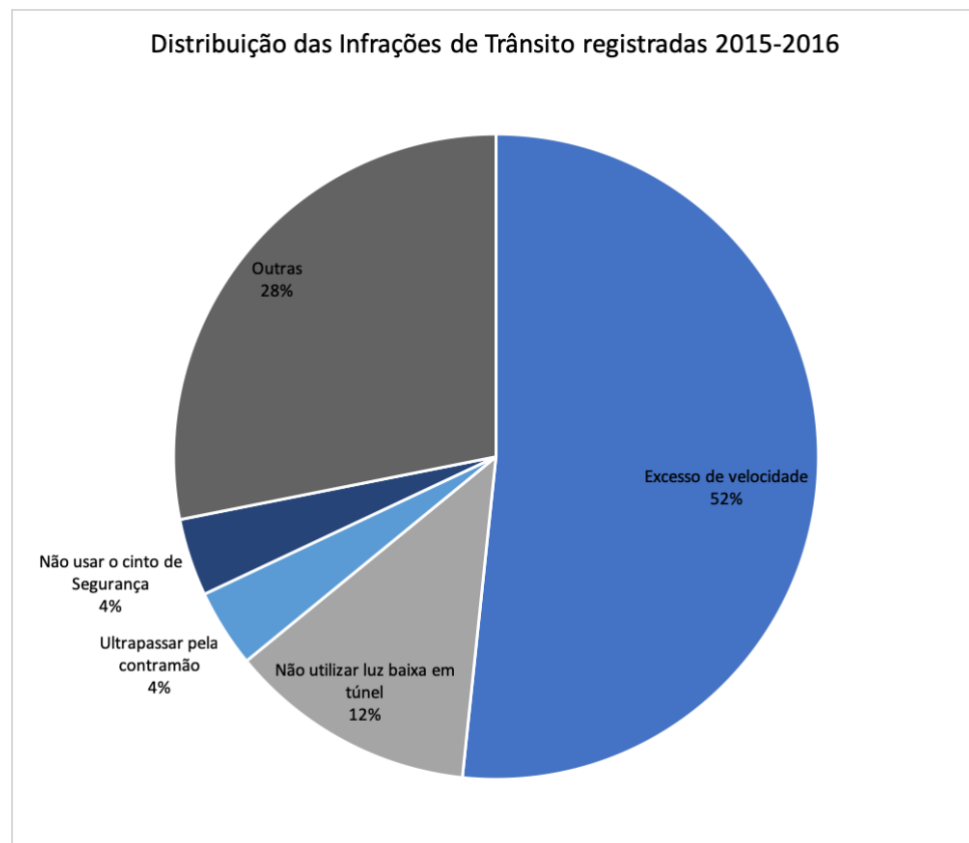
Assim o desafio de reforçar as estratégias de policiamento nas vias com medidas de fiscalização de trânsito, com foco na redução de acidentes, a partir de abordagens baseadas em evidências para prevenir mortes e lesões no trânsito e mitigar suas consequências conduz ao incentivo a introdução novas tecnologias de gestão do trânsito e de sistemas de transporte inteligentes para mitigar os riscos de lesões e mortes no trânsito e maximizar a eficiência nas respostas para diminuição da morbimortalidade e deficiências.

A presença ostensiva de fiscalização policial ao longo dos trechos rodoviários contribui para melhoria dos indicadores de segurança viária, especialmente relativos



a acidentes e vítimas. Na Europa, em estudo realizado em 2004, conclui-se que a atuação ostensiva pode prevenir anualmente cerca de 5.800 mortes em acidentes resultantes de excesso de velocidade, 4.300 mortos e feridos grave decorrentes de não utilização de cintos de segurança e outras 3.800 vítimas de condutores embriagados, alcançando montante de até 680.000 vítimas podem ser prevenidas por acidentes evitáveis [EC, 2007]. A atuação das agências de segurança viária deve garantir a aplicação das normas de circulação e direção de veículos com sistemas apropriados que as penalidades sejam efetivas e os agentes possuam condições de atuar para aplicação da lei com equipamentos de tecnologia, tais como radares, medidores de alcoolemia e outros que aprimorem a eficiência da atuação policial [LAUTRÉDOU, 2007].

Figura 13 - Distribuição do total de infrações de trânsito.



Fonte: PRF 2015-2016.

As infrações de trânsito são identificadas e registradas durante a atuação ostensiva nas rodovias federais. Cerca de dois terços das infrações no período de 2015 a 2016 foram registradas através de sistemas eletrônicos de detecção de excesso de velocidade e luz baixa em túnel, ultrapassando 11,5 milhões de

notificações [Figura 13]. Comparando a localidade das ocorrências de acidentes de trânsito em relação aquelas de notificações de infrações, apenas 9% das localidades de ocorrência possuíam registro de notificações, e as localidades com produção de uma única notificação por ano representam apenas 8% do número de vítimas fatais e 10% de vítimas feridas gravemente. Quando a localidade apresenta mais de uma notificação por ano o total de vítimas fatais é inferior a 1%. As principais notificações de infração emitidas em localidades com baixo número de vítimas fatais ou feridas graves se referem a excesso de velocidade e a ultrapassagem em local proibido.

A automação da fiscalização de ultrapassagens em trechos rodoviários de pista simples e sinalização horizontal de proibição demonstra-se com grande impacto para redução do número absoluto de acidentes e vítimas pois representa um volume de 4% do total de infrações registradas e de cerca de 1/3 do total de acidentes com vítimas, pois a fiscalização atual é intensiva em mão de obra, demandando a presença e visualização do agente policial para identificação da infração e autuação do veículo infrator.

## 4 REVOLUÇÃO POLICIAL

Os avanços econômicos e sociais provocados ao longo dos séculos trouxeram impactos nas cidades e influenciam a percepção de segurança dos cidadãos. As tecnologias da informação e comunicações influenciam indivíduos, cidades e organizações: públicas e privadas. As agências policiais vêm aproveitando a tecnologia a serviço de seus objetivos. A tecnologia apresenta novas oportunidades de melhoria dos processos organizacionais e aumento da efetividade de atuação e desafios de desenvolvimento com recursos públicos limitados e sistemas complexos que exigem profissionais técnicos para operação e manutenção [TOSUN, 2016].

Nos tempos atuais, a tecnologia tornou-se um instrumento para organizações públicas oferecerem serviços com maior qualidade para os cidadãos [TOSUN, 2016]. O mapeamento dos crimes por diversas agências policiais, na aplicação de um modelo de policiamento mais próximo da comunidade, voltado para resolução dos conflitos a partir da confiança e cooperação dos cidadãos, utilizou-se de dados estatísticos e mapas de zoneamento urbano para adotar ações proativas para redução das ocorrências criminais durante os anos de 1980, com larga aplicação até os dias atuais [TOSUN, 2016]. Tecnologias de geoprocessamento e análise estatística são empregadas para planejamento das ações operacionais, onde o diagnóstico estatístico busca identificar os eventos de maior ocorrência e a localização destes em termos geográficos e temporais, analisando ruas, bairros, horário e dias de maior incidência, permitindo a identificação de eixos e áreas de atuação planejada [BEATO, 1998].

A lógica de eficiência da aplicação da tecnologia permite também melhorar a gestão administrativa e reduzir o tempo e o número de policiais em tarefas administrativas [TOSUN, 2016]. A recomendação das pesquisas volta-se para inovação na segurança a partir de tecnologias da informação e comunicações multi-agências como ação de extensão e efetividade das estratégias de policiamento com maior utilidade para os dados e políticas analisadas [SKOGAN, FRYDL, 2004]. As chamadas de emergência representam a forma mais comum de entrada de dados das agências, porém as patrulhas carregam importante fonte de coleta e processamento de informações [SKOGAN, FRYDL, 2004]. Novas aplicações tecnológicas permitiram o desenvolvimento de sistemas de despacho das centrais policiais e de registros mais

avançados, e ainda na identificação de criminosos como impressões digitais e biométricos, como DNA [SKOGAN, FRYDL, 2004].

Os avanços mais recentes em visão computacional conduzem a uma nova fronteira a ser explorada a partir da disseminação de câmeras de monitoramento ao longo dos anos no auxílio das ações de segurança nas cidades e estradas. Sistemas computacionais de visão computacional permitem a detecção de pessoas, veículos e geometria com alta precisão. A utilização de processamento de imagens para detecção de veículos em estradas, por exemplo, permite a análise de métricas de tráfego, como velocidade, volume, congestionamentos e acidentes, ofertando dados para planejamento de tráfego e atuação das agências de segurança viária [MACCARLEY, HEMME, 2001]. Os sistemas de reconhecimento de placas de veículos têm menor eficiência em estradas de maior velocidade, mas podem aprimorar a identificação do fluxo de um veículo agregando uma assinatura vetorial do veículo a partir da detecção e análise das imagens de videomonitoramento [MACCARLEY, HEMME, 2001].

A Declaração de Brasília para segurança no trânsito incluiu em suas recomendações implementar limites de velocidade seguros e adequados acompanhados de medidas apropriadas de segurança, como sinalização de vias, radares com câmeras e outros mecanismos de restrição de velocidade para assegurar a segurança de todos os usuários das vias [ONU, 2015].

O principal objetivo de implementação de detecção de velocidade é aumentar a percepção de risco para o excesso de velocidade com aplicação de sanções para aqueles que forem identificados. As evidências demonstram que a fiscalização automatizada é mais eficaz para a redução da velocidade, onde destacam-se as câmeras portáteis e as câmeras fixas [OPAS, 2018].

Estudos de segurança no trânsito e veículos autônomos tem elevada contribuição para desenvolvimento de soluções de tecnologia que ofertem um trânsito mais seguro e com menos acidentes. A identificação de sinais e semáforos viários possuem grande valor para aplicações de mobilidade conduzindo o foco para conjunto de dispositivos inteligentes cooperativos onde veículos e infraestrutura comunicam-se para melhorar a fluidez e evitar acidentes [GREWE, LAGALI, 2017].

A infraestrutura urbana possui dinâmica especial para comportar a evolução da mobilidade, por vezes inserindo uma nova via ou acesso ou ainda novas construções viárias, como também novas sinalizações, conduzindo a variações nos pontos de

acidentes de trânsito. A exploração da informação, por meio de técnicas de visão computacional em imagens de satélite e aéreas, associada à geolocalização dos espaços e informações atualizadas de dados de acidentes podem ofertar interfaceamento com condutores e veículos autônomos para alertar sobre riscos ou até mesmo para evitar acidentes de trânsito [MACCARLEY, HEMME, 2001].

Câmeras de monitoramento têm avançado em diversos ambientes públicos e privados para melhorar a segurança, porém, essa capacidade de monitoramento não tem acompanhado ao mesmo passo as agências de segurança, deixando para trás grande quantidade de câmeras e imagens sem monitoramento [SULTANI, 2015]. A crescente disponibilidade de dados visuais anotados, combinado com o aumento no poder computacional dos dispositivos de processamento atuais, vem aumentando as possibilidades de automação de monitoramento por meio da aplicação de redes neurais artificiais, permitindo orientar padrões anômalos de comportamento ou trajetória no vídeo para produzir alarmes ou atuação de humanos, como em casos de agressões e acidentes [SULTANI, 2015]. Redes neurais artificiais vêm sendo utilizadas no controle de tráfego, incluindo detecção de acidentes, auxiliando no fluxo viário com atuação sobre semáforos ou sinalizadores de melhores rotas a partir da previsão de tempo de congestionamento [OZKURT; CAMCI, 2009].

As soluções de monitoramento de cidades inteligentes envolvem o monitoramento dos ambientes através de dispositivos de visualização que podem realizar o processamento centralizado ou local das imagens e enviar as informações relevantes para centro de operações que terá permissão de revisar as imagens e apoiar decisões em campo das forças de segurança e vigilância na cidade [Figura 15] [MCTIC, 2018].

Figura 14 - Cidades inteligentes com IoT.



FONTE: MCTIC ( 2018]

A solução de monitoramento inteligente para segurança em cidades está fundada em câmeras inteligentes com capacidade de captura de imagens em alta resolução e processamento de visão computacional para transmissão das informações analisadas para central de controle e/ou outros dispositivos conectados, como semáforos. Dispositivos inteligentes de monitoramento embarcado seriam responsáveis pela análise em visão computacional através de redes neurais artificiais para detecção e classificação de objetos e movimentos na imagem processada, enviando apenas as informações processadas para os centros de controle através de redes de conectividade de baixa capacidade. O sensoriamento de imagens dar-se-á pela captura de imagens em quadros contínuos para processamento na unidade gráfica, em conjunto com informações sensoriais adicionais agrupadas ao rastro das imagens que permitam aprimorar a avaliação das condições de segurança viária e disseminar na infraestrutura inteligente.

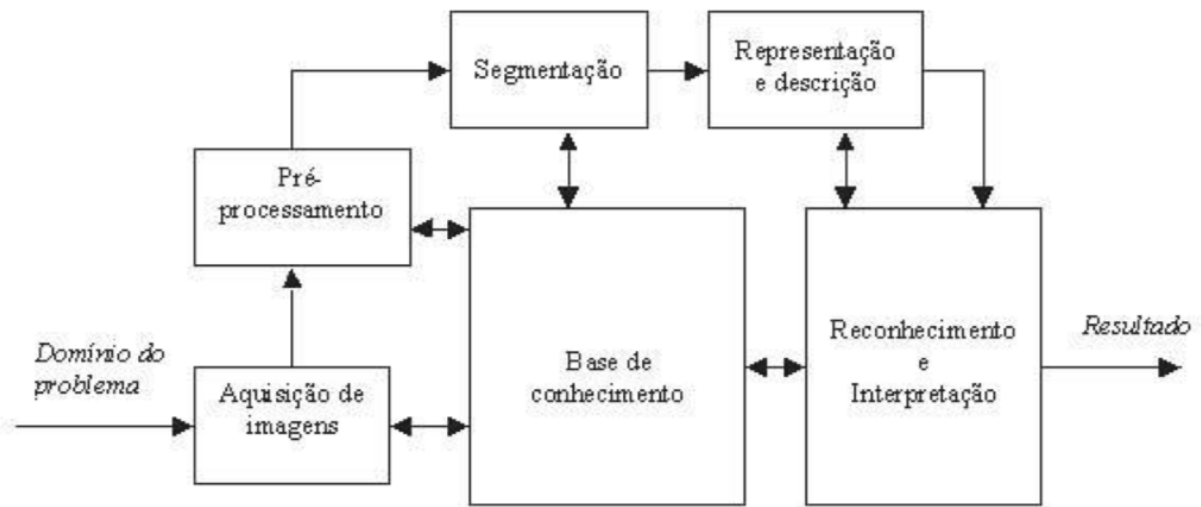
A operação em processamento de imagens realizada por processador interno atua para análise em tempo real através de modelo previamente construído para identificação dos objetos de interesse. A visão computacional utiliza redes neurais convolucionais – Convolutional Neural Networks (CNN) – compostas por uma

sequência de camadas conectadas em rede com parâmetros ajustados para minimizar erros de classificação [SHAHRAKI, 2017]. As redes neurais artificiais têm se tornado importante ferramenta para atividades de reconhecimento, classificação e detecção de padrões.

O modelo *YOLO – You Only Look Once* –, por exemplo, é um detector de objetos desenvolvido em uma rede neural convolucional profunda que conjuga em único estágio a detecção e a classificação do candidato, otimizando a performance de reconhecimento [SHAHRAKI, 2017]. As amostras de imagens são analisadas em dimensões 416x416 pixels gerando uma saída de 13x13 pixels para demarcação do objeto identificado e classificado. YOLO aplica algoritmo de agrupamento (cluster) k-means (k=5) para aumentar a precisão da predição sobre os objetos detectados [SHAHRAKI, 2017]. O método de detecção utilizando redes neurais convolucionais alcançaram 78,6% de precisão para detecção de veículos [LI, 2018]. O modelo YOLO pode ser treinado para aprimorar-se aos objetos mais recorrentes e de interesse para cada local onde o dispositivo será utilizado, por exemplo, infraestrutura viária, monitoramento de pessoas e objetos em praças públicas ou de veículos e pedestres em vias e cruzamentos, através da técnica de transferência de aprendizado [Figura 16] elevando a precisão na detecção e classificação dos objetos a até 90% [LI, 2018].

Sistemas de reconhecimento de placas automáticos baseados em redes neurais, com o modelo YOLO, em camadas de iteração: detecção da placa, detecção dos caracteres e reconhecimento dos caracteres, permitem uma alta precisão de 97,6% em modelos treinados aplicados em dispositivos móveis [JORGENSEN, 2017].

Figura 15 - Etapas de processamento digital de imagens para visão computacional.



FONTE: Gallon, (2013) adaptado de Gonzalez, Woods, (2000).

A utilização de smartphones permite o desenvolvimento de aplicações móveis de apoio à atuação das agências de segurança, na busca e coleta de informações e adicionalmente na prevenção de acidentes e na melhoria qualitativa e quantitativa de fiscalizações elevando a efetividade dos recursos humanos aplicados. O avanço tecnológico dos processadores principais, melhores câmeras e inclusão de processadores gráficos na quase totalidade dos smartphones de linha superior possibilitam a inserção de redes neurais de processamento de imagens nos aplicativos elevando o grau de automação da fiscalização com estes dispositivos que possuem alta disseminação junto aos policiais.

Aplicações de visão computacional utilizadas em carros autônomos para detecção e demarcação de faixas de circulação baseadas em modelos de redes neurais constituem grande suporte para desenvolvimento de sistema autônomo de detecção de mudança de faixa de circulação por veículo para caracterização da infração de ultrapassagem.

As condições de luminosidade e clima são um desafio para os sistemas de visão computacional, os quais nem todos os sistemas de visão computacional permitem operar 24 horas [TAHA, 2016]. Durante a luz do dia sistemas alcançam elevada precisão na detecção de veículos e leitura automática de placas, assim como na classificação de pessoas, veículos e objetos [MACCARLEY, HEMME, 2001]. Os fatores do ambiente também são considerados como em análise de imagens mais próximas da câmera com baixa ou nenhuma oclusão.



A resolução da imagem a ser analisada tem impacto na precisão de detecção [HAN, 2018]. As técnicas de processamento de imagens são distintas em imagens durante o dia daquelas produzidas durante a noite, exigindo um classificador dia e noite em etapa prévia de processamento para elevar a precisão do modelo e permitir sua operação durante todo o dia [TAHA, 2016].

## CONCLUSÃO

A confiança entre as agências de segurança pública e os cidadãos que elas protegem é fator de estabilidade nas comunidades, de integridade do sistema de justiça e para segurança e efetividade dos serviços de policiamento [OCOPS, 2015]. Os cidadãos ofertam legitimidade apenas àqueles em quem acreditam agir no procedimento legal. As agências de segurança não podem ser vistas como uma força de ocupação que objetiva impor controle na comunidade, devem estabelecer uma cultura de transparência e responsabilidade para construir a confiança e a legitimidade [OCOPS, 2015].

A avaliação da qualidade do serviço policial deve evoluir de um modelo aleatório e com alto grau de discricionariedade do agente para um modelo de análise do resultado dessas atividades, traduzidas em metas e objetivos pela observação das atividades de produção (*output*) e dos resultados dessas atividades (*outcome*) [BEATO, 1998]. É possível tomar alguns indicadores de eficiência para orientação e planejamento de atividades operacionais e distribuição de recursos humanos e materiais das polícias.

O emprego de tecnologias da informação e comunicações permite aperfeiçoar a capacidade de Gestão da Informação visando a garantir a obtenção, a produção e a difusão dos indicadores necessários ao processo decisório, garantindo uma efetiva consciência aos tomadores de decisão no nível estratégico, tático e operacional [KALOUT, 2018]. Os dados obtidos pelas agências de segurança a partir de celulares, redes sociais e outros meios permitem aos agentes detectar e prevenir crimes e acidentes ou responder prontamente a estes eventos.

Expandir o emprego de tecnologias para vigilância remota e autônoma através de câmeras de monitoramento agregadas a sistemas de visão computacional, incluindo unidades vestíveis, hotspots de monitoramento e até capturas com auxílio de drones permitem monitorar áreas críticas de forma continuada e ininterrupta, obtendo dados atualizados para o planejamento e execução das ações. Portanto, examinar oportunidades para investimento em novas tecnologias com eficácia comprovada, aplicando o georreferenciamento de ocorrências criminais (modelos Infocrim/ISPGeo) e análise de fatores de risco/vulnerabilidade nas áreas de atuação, aprimoram as estratégias de policiamento orientado para as áreas de concentração criminal [KALOUT, 2018].

O pensamento disruptivo envolve alavancar sistemas e produtos além da trivial captura de imagens e transmissão a centros de controle para processamento central, mas ofertando uma perspectiva de processamento local, produzindo informação em tempo real aos agentes de segurança pública apoiando uma atuação efetiva em redes convergentes e interconectadas, direcionando os esforços da atuação do agente para as reais situações proativas e preventivas no enfrentamento da violência urbana e na segurança viária.

A tecnologia da informação torna-se a grande aliada das agências de segurança viária para os objetivos do trânsito seguro, orientando a prevenção de acidentes e a redução de seus impactos na gravidade e letalidade das lesões. O trânsito seguro requer a interação harmônica entre os complexos e dinâmicos elementos que o compõem: veículos, infraestrutura e pessoas, de forma que se uma parte elevar suas condições de risco, as demais podem atuar para reestabelecimento das condições seguras [OPAS, 2018]. A Resolução 64/255 da Assembleia Geral das Nações Unidas, aprovada em 2010, estabeleceu o período de 2011-2020 para Década de Ação de Segurança no Trânsito, possibilitando maior atenção para o tema e a busca de soluções na gestão da segurança no trânsito, envolvendo seus elementos [OPAS, 2018].

O olhar deste trabalho buscou demonstrar a problemática da segurança viária como direito humano e fundamental, que permita aos cidadãos um trânsito eficiente e seguro diante da evolução das cidades no processo mundial de urbanização, com relevante representação das rodovias como interconexão primária dos polos metropolitanos. A tecnologia da informação vislumbra historicamente como importante aliado dos processos de adequação das cidades ao crescimento urbano e das questões de mobilidade que afetam, avançando para melhorias tecnológicas que permitam a construção de cidades inteligentes.

As rodovias federais, locos de atuação da Polícia Rodoviária Federal, possuem um padrão de ocorrências de acidentes de trânsito e vitimização peculiar por sua formação nacional histórica como eixos primários de mobilidade de pessoas e cargas entre conglomerados metropolitanos e centros de produção industrial. O baixo efetivo para ações de fiscalização não permite melhorar os indicadores superior a patamar limitado, onde o país permanecerá incluído entre grandes vitimizadores por acidentes de trânsito. Somente com avanços de produtividade semelhantes aos obtidos na

revolução da indústria 4.0 será possível salto em degrau superior para retomada permanente da redução dos acidentes e sua letalidade no país.

As soluções tecnológicas em desenvolvimento científico para visão computacional voltadas para o monitoramento do tráfego e da segurança pública e viária constituem-se no ferramental essencial para o salto de produtividade esperado para próxima década.

As condições típicas de acidentes em rodovias federais: pleno dia, sem chuva e pistas de traçado reto, permitem a implementação das técnicas iniciais de visão computacional e alavancagem da redução de acidentes, tal como nas localidades onde há controle automático de velocidade por radares. O tipo de acidente mais recorrente, colisão frontal em pistas simples, possui elevado grau de viabilidade com as técnicas disponíveis de detecção, classificação e rastreamento de objetos com uso de visão computacional, podendo inovar cientificamente para radares automatizados de garantia do respeito à sinalização horizontal de não ultrapassagem em locais proibidos.

As técnicas computacionais disponíveis de redes neurais em modelos testados, como YOLO, apontam elevada viabilidade para desenvolvimento de aplicações de visão computacional na automação da infração de ultrapassagem em faixa contínua. Os recursos de identificação, segmentação e rastreamento de um objeto dentro de uma imagem do modelo YOLO conjugado com modelos de suporte presentes em carros autônomos que possuem recursos de identificação e segmentação de faixas de circulação orientam a construção dos sistemas autônomos de detecção de ultrapassagem em trechos rodoviários.

O avanço dos estudos de implantação de sistemas e modelos de redes neurais capazes de reconhecer múltiplos objetos (veículos, faixas de circulação, trajetos) podem representar atualmente uma redução de mais de 2.500 mortos e 4.000 feridos ao ano nas rodovias federais, incorrendo em uma economia estimada de R\$360 milhões, segundo levantamento do IPEA de custo por vítima de acidente disponível no Retrato da Segurança Viária 2017.

Dessa forma, a visão computacional apresenta um amplo espectro de estudos e inovações aplicáveis para segurança pública e viária, com baixo custo de penetração e elevada velocidade de aceitação em razão da tecnologia disponível nos dias atuais, especialmente, smartphones com grande capacidade de processamento

e grande número de câmeras de monitoramento, público e privada, em operação no país neste momento histórico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEMOGLU, Daron e RESTREPO, Pascual. *Artificial Intelligence, automation and work*. NBER Working Paper Series n. 24196, 2017.

AMBEV. Retrato da Segurança Viária 2017. Brasil: AMBEV e Falconi; 2018 Disponível em set. 2019. Disponível em: [https://www.ambev.com.br/conteudo/uploads/2017/09/Retrato-da-Seguranca-Viaria\\_Ambev\\_2017.pdf](https://www.ambev.com.br/conteudo/uploads/2017/09/Retrato-da-Seguranca-Viaria_Ambev_2017.pdf). Acesso em : set.2019.

BEATO, Cláudio C. F. *Informação e desempenho policial*. Belo Horizonte: Centro de Estudos em Criminalidade e Segurança Pública, 1998.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações *Estratégia brasileira para transformação digital E-digital*. Brasília: 2018. Disponível em: <http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/estrategiadigital.pdf>. Acesso em set.2019.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações . Produto 9A – Relatório final do estudo. Brasília : BNDES, 2018. Disponível em: [http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/inovacao/paginas/politicasDigitais/arquivos/estudo\\_iot/fase\\_3/produto-9A-relatorio-final-estudo-de-iot.pdf](http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/inovacao/paginas/politicasDigitais/arquivos/estudo_iot/fase_3/produto-9A-relatorio-final-estudo-de-iot.pdf). Acesso em: set. 2019.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. *Declaração de Brasília: segunda conferência global de alto nível sobre segurança no trânsito*. Brasília: ONU 2015. Disponível em : <http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/notas-a-imprensa/12508-segunda-conferencia-global-de-alto-nivel-sobre-seguranca-no-transito> . Acesso em : set. 2019

CAMPOS NETO, Carlos A.; et al. *Gargalos e demandas da infraestrutura rodoviária e os investimentos do PAC: mapeamento IPEA de obras rodoviárias*. Texto para discussão. Brasília: IPEA, 2011.

CHAN, Janet; et al. *E-policing: the impact of information technology on police practices*. Queensland: CJC, 2001.

CISCO *Cisco global cloud index : forecast and methodology, 2016-2021*; Disponível em: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/global-cloud-index-gci/white-paper-c11-738085.html> 2018. Acesso em set.2019

COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E CARIBE (CEPAL). *Horizontes 2030: A igualdade no centro do desenvolvimento sustentável*. New York : CEPAL, 2017. Disponível em: <https://www.cepal.org/pt-br/publicaciones/40161->

[:horizontes-2030-igualdade-centro-desenvolvimento-sustentavel](#). Acesso em : set 2019

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE (CNT). *Transporte rodoviário: desempenho do setor, infraestrutura e investimentos*. Brasília: CNT, 2017.

Disponível em:

[http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Estudos%20CNT/estudo\\_transporte\\_rodoviario\\_infraestrutura.pdf](http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Estudos%20CNT/estudo_transporte_rodoviario_infraestrutura.pdf) . Acesso em set.2019

DURANTE, Marcelo; MACEDO, Andréa. *Análise de desempenho das ações e políticas de segurança pública*. Brasília: SENASP, 2010.

EUROPEAN COMMISSION (EC). *Best practices in road safety: handbook for measures at the european level*. Bruxelas: 2007. Disponível em

<https://www.tandfonline.com/doi/ref/10.1080/19439962.2013.839590?scroll=top>.

Acesso em: Acesso em:set. 2019

FREY, Carl Benedikt e OSBORNE, Michael A. *The future of employment: how to susceptible are jobs to computerization?* Oxford University, 2013.

GALLON, Lucas. *Sistema de visão computacional para classificação de pedras naturais através de vídeo em tempo real*. Lajeado : UNIVATES, 2013.

GOMES, Anderson M. *Viabilidade estratégica da atuação da Polícia Rodoviária Federal nas operações de manutenção da paz: uma análise constitucional dos impactos sobre o desenvolvimento nacional*. Fortaleza : UFCE, 2016.

GREWE, Lynne; LAGALI, Christopher. *Traffic light detection and intersection crossing using mobile computer vision*. Hayward: SPIE, 2017.

GROSSMITH, Lynne; et al. *Police, camera, evidence: London's cluster randomized controlled trial of body worn video*. Londres: MOPAC, 2015.

HAN, Jian; et al. *Target fusion detection of LiDAR and camera based on the improved YOLO algorithm*. Shandong: MDPI, 2018.

HAYKIN, Simon. *Neural networks: a comprehensive foundation*. New York: Macmillan, 1994.

IPEA, FBSP. *Atlas da violência 2018*. Rio de Janeiro : IPEA, 2018.

JORGENSEN, Hogne. *Automatic license plate recognition using deep learning techniques*. NTNU., 2017.

JOSHI, Naveen. *The present and future of computer vision*. Cognitive World. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2019/06/26/the-present-and-future-of-computer-vision/#f3af6bd517d8>. Acesso em: set. 2019.

KALOUT, Hussein; et al. *Custos econômicos da criminalidade no Brasil – Relatório de conjuntura nº 4*. Brasília: Imprensa Nacional, 2018.

KEMP, Simon. *Digital in 2018: essential insights into internet, social media, mobile and ecommerce use around the world*. 2018.

LAUTRÉDOU, Gérard. *Practical guide on road safety: a toolkit for National Red Cross and Red Crescent societies*. Geneva: IFRCRCS, 2007.

LI, Xun; et al. A deep learning approach of vehicle multitarget detection from traffic video. Xian: *Journal of Advanced Transportation*, 2018.

MACCARLEY, C. A.; HEMME, Brian. *Computer vision detection system for network model validation*. San Luis Obispo: California Polytechnic State University, 2001.

MAHMOUDI, C. *Handbook of system safety and security*. Elsevier, 2017.

MOURA, Rosa; et al. *Escalas da urbanização brasileira: texto para discussão*. Brasília: Rio de Janeiro: IPEA; 2018.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OPAS/OMS). *Salvar VIDAS: pacote de medidas técnicas para a segurança no trânsito*. Brasília, 2018. Licença: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponível em [https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5660:opas-oms-divulga-publicacao-com-pacote-de-medidas-tecnicas-para-seguranca-no-transito-em-portugues&Itemid=839](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5660:opas-oms-divulga-publicacao-com-pacote-de-medidas-tecnicas-para-seguranca-no-transito-em-portugues&Itemid=839). Acesso em : set. 2019.

OZKURT, Celil; CAMCI, Fatih. *Automatic traffic density estimation and vehicle classification for traffic surveillance systems using neural networks*. Istanbul: *Mathematical and Computational Applications*, v. 14, n. 3, p.187-196. 2009.

PRESIDENT'S TASK FORCE ON 21ST CENTURY POLICING. Final report of the President's task force on 21st century policing. Washington, DC: Office of Community Oriented Policing Services. 2015.2015.

RYDER, Benjamin; WORTMANN, Felix. *Autonomously detecting and classifying traffic accident hotspots*. Maui: UBICOMP/ISWC, 2017.

SANTOS, Milton. *A urbanização brasileira*. São Paulo : HUTEK, 1993.

SCHWAB, Klaus. *A quarta revolução industrial*. Tradução de Daniel Moreira Miranda São Paulo: Edipro, 2016.

SHAHRAKI, Farideh Foroozandeh. *Cyclist detection, tracking and trajectory analysis in urban traffic vídeo data*. Las Vegas: UNLV, 2017.

SILVA, Regina C N da; MACÊDO, Celênia de Souto. *A urbanização mundial*. João Pessoa : UEPB, 2009.

SKOGAN, Wesley; FRYDL, Kathleen. *Fairness and effectiveness in policing: the evidence*. Washington, DC: The National Academies Press, 2004.

STEINBACH, Rebecca; et al. *Speed cameras to reduce speeding traffic and road traffic injuries*. Londres: College of Policing, 2016.

SULTANI, Waqas, et al. "Real-world anomaly detection in surveillance videos". Orlando: Computer Vision Foundation – 2015.

TAHA, M.; et al. "Day/Night detector for vehicle tracking in traffic monitoring systems". *International Journal of Computer and Information Engineering*, vol. 10, n. 1 – 2016.

TOSUN, Hamza. IT management in policing: main advantages and disadvantages of IT for police managers. *European Scientific Journal*. v. 12, n. 9, p. 23. 2016.

UN-Habitat United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). *Urbanization and development: emerging futures*. World Cities Report 2016. Nairobi: UN-Habitat, 2016.

ZAKI, Mohamed J; MEIRA, Wagner Jr. *Data mining and analysis: fundamental concepts and algorithms*. New York: Cambridge Press, 2014.