

PRINCIPAIS DESAFIOS SOCIAIS ENFRENTADOS NO DESENVOLVIMENTO DOS VEÍCULOS AUTONOMOS

Tatiana Gonzalez Pimenta¹

Ricardo Lima Travassos²

RESUMO

Uma grande promessa no cenário automotivo para 2020 é a produção do chamado veículo autônomo, que promete reduzir em até 90% os acidentes automobilísticos, já que esse é o índice de causas derivadas de falhas humanas nos mesmos. A diminuição de emissões de poluentes no meio ambiente e o aumento da qualidade de vida das pessoas são outros benefícios que esse tipo de mobilidade promete trazer em um horizonte próximo. Muitas pesquisas consideram que o desafio dos veículos autônomos está relacionado somente às situações insolúveis, como o chamado de “dilema de trolley” (ABBAGNANO, 2007), no entanto, alguns desafios sociais como novos tipos de nichos de negócios, reestruturação do mercado de trabalho, interferência humana, legislações dentre outros, devem ser avaliados na implementação desta tecnologia. Dessa forma, considera-se relevante realizar estudos que busquem analisar esses aspectos. Dentro dessa perspectiva, este estudo visa compreender as tecnologias embarcadas que são utilizadas nos veículos autônomos e os seus principais desafios sociais. A natureza da pesquisa é com base em referência bibliográfica e com abordagem qualitativa. Como resultados, evidencia-se que dar prioridades aos problemas sociais práticos ocasionados pelos veículos autônomos leva a uma aceleração no desenvolvimento e aplicação da tecnologia reconhecendo-a como o sucesso da mobilidade do futuro.

Palavras-chave: Veículos Autônomos. Dilema de Trolley. Desafios Sociais. Mobilidade.

¹Especialização em Engenharia Automotiva. SENAI CIMATEC. Departamento de Mobilidade. E-mail: tatianaglp@gmail.com

²Mestre em Engenharia Mecânica USFC/ Senai– Professor Senai Cimatec. E-mail: ricardo.travassos197@gmail.com

ABSTRACT

A significant engagement in automotive scenario for 2020 is the production of so-called autonomous vehicle which promises to reduce up to 90% of auto accidents since it is the index of causes derived from human failures. Reducing pollutant emissions and raising people's quality of life are other benefits that this type of mobility promises to bring in the near future. Many researches consider that the challenge of autonomous vehicles is related only to insoluble situations, called "trolley dilemma" (ABBAGNANO, 2007) however, some social challenges such as new types of business niches, human interference, restructuration of the labor market, legislations among others, should be evaluated in the technology implementation. Therefore, it is relevant to conduct studies which pursue to analyze these aspects. In this perspective, this study aims to understand the embedded technologies that are used in autonomous vehicles and their main social challenges. The nature of the research is based on bibliographic reference and qualitative approach. As results, it is evident that prioritizing the practical social problems caused by autonomous vehicles leads to an acceleration in the development and application of technology recognizing it as the success of the mobility of the future.

Keywords: Autonomous Vehicles. Trolley Dilemma. Social Challenges. Mobility.

INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana vem sendo uma grande preocupação para as grandes metrópoles mundiais. Problemas como aumento dos acidentes automobilísticos, degradação ao meio ambiente e redução da qualidade de vida das pessoas, são fatores que fomentam o desenvolvimento de novas tecnologias.

Com toda essa inovação, montadoras de automóveis e empresas de tecnologia vêm investindo na evolução de carros autônomos para se obter o máximo de segurança e consumo eficiente de combustível. Segundo a ONU (2018), acidentes no trânsito matam cerca de 1,25 milhões de pessoas anualmente. Segundo PIZARRO (2016), a empresa Google afirma que 94% dos acidentes de trânsito são causados por erro humano. Com aplicação mundial dos veículos autônomos, supõem que até 2050, o mundo terá 90% menos acidentes (GASQUES, 2015).

Além da redução de acidentes, a diminuição da emissão dos poluentes é também um fator relevante para avançar nas pesquisas, já que muitos veículos autônomos estão sendo desenvolvidos com base nas tecnologias de propulsão híbrida ou de puramente elétrica. Com o incremento dos veículos elétricos, a emissão de poluentes no meio ambiente será 60% menor do que atualmente. (GASQUES, 2015).

Outro benefício relevante é o aumento da qualidade de vida das pessoas dentro do contexto da mobilidade urbana. Segundo TomTom Traffic Index (2016), a capital que leva mais tempo em engarrafamento se gasta 227 horas por ano, ou seja, aproximadamente 10 dias ao ano se perdem em trânsito. Com a introdução do veículo autônomo, as pessoas gastariam esse tempo lendo, produzindo, trabalhando, em outras palavras, teriam mais tempo livre.

Segundo PEREIRA, BOTELHO (2018), o desenvolvimento tecnológico na área automotiva possibilitou tornar realidade os veículos autônomos, empresas como Google, Tesla, Volvo, Delphi Automotive e outras já possuem protótipos de direção veicular autônoma sendo testados nas ruas. Entretanto, a tecnologia traz desafios tanto na área técnica como social.

Torna-se relevante considerar os aspectos sociais desta nova tecnologia, uma vez que os veículos autônomos estão tendo um rápido desenvolvimento. Verificou-se que muitos artigos acadêmicos têm correlacionado o dilema de “trolley” ou bonde como principal fator que impede o desenvolvimento dos carros autônomos

(BONNEFON, SHARIFF& RAHWAN, 2016; DOCTOROW, 2015; LIN, 2015; WINDSOR, 2015).

Diante do exposto surgem alguns questionamentos, será que dilema de “trolley” ou do bonde é um impacto social a ser considerado para os veículos autônomos? Será esse dilema o principal problema que impede o avanço da tecnologia? Quais são os impactos sociais que devem ser considerados na transição dessa tecnologia? E quais as suas consequências?

Esses questionamentos levaram ao desenvolvimento deste estudo, que objetiva compreender as tecnologias embarcadas que são utilizadas nos veículos autônomos e os principais desafios sociais. Tendo como hipótese que estes estão relacionados aos novos tipos de nichos de negócios, reestruturação do mercado de trabalho, interação homem e veículo, legislação, dentre outros. Como também, abordar o dilema de “Trolley” ou bonde e como essa problemática não deve ser o principal fator discutido para o avanço dos veículos autônomos.

O presente estudo está assim estruturado, inicialmente será definido os veículos autônomos, ressaltando a classificação dos níveis de automação e suas tecnologias embarcadas. Na sequência, uma explanação sobre o dilema de “trolley” ou do bonde, no qual, mostra o quanto pode ser relacionado com os veículos autônomos. E por fim, identificar e analisar os principais desafios sociais correlacionados aos veículos autônomos que podem apresentar na sua implementação.

1 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste artigo foi utilizada uma abordagem qualitativa através de uma interpretação do objeto de estudo considerando o contexto do mesmo.

O enfoque qualitativo apresenta as seguintes características: o pesquisador é o instrumento-chave, o ambiente é a fonte direta dos dados, não requer o uso de técnicas e métodos estatísticos, têm caráter descritivo, o resultado não é o foco da abordagem, mas sim o processo e seu significado, ou seja, o principal objetivo é a interpretação do fenômeno objeto de estudo (SILVA; MENEZES, 2005).

O artigo foi construído com base na utilização de pesquisa bibliográfica como procedimento metodológico, no qual, tornou-se possível a formulação de hipóteses precisas e operacionalizáveis.

Portanto, a pesquisa bibliográfica possibilita um amplo alcance de informações, além de permitir a utilização de dados dispersos em inúmeras publicações, auxiliando também na construção, ou na melhor definição do quadro conceitual que envolve o objeto de estudo proposto (GIL, 1994).

A pesquisa foi dividida por 3 etapas. Na primeira etapa, foi realizada uma vasta pesquisa bibliográfica, onde levantou-se publicações existentes sobre o tema, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos em base de dados como google acadêmico, scielo. A pesquisa bibliográfica realizada permitiu identificar e levantar as informações necessárias para fundamentação desta pesquisa.

Na segunda etapa, foi feita uma coleta e filtros dos dados que foram levantados, posteriormente, realizou-se uma análise crítica destes e a sistematização, como também, a distribuição dentro de cada item específico, considerando essa a terceira etapa.

2 CONCEITUANDO VEÍCULOS AUTÔNOMOS

Para autores como Pettersson e Karlsson (2015) pode-se afirmar que veículos autônomos não necessitam de um condutor humano. Ou seja, são veículos capazes de navegar, decidir, prever, e agir de forma inteligente em situações habituais e críticas sem a intervenção humana. De acordo com Azmat (2015), existem três fatores que determinam se um carro pode ou não ser considerado um veículo autônomo: navegabilidade e inteligência, hardwares (câmeras e sensores) e inteligência artificial para comunicação com o centro de controle e o comando.

Os veículos autônomos são considerados os que possuem o mais alto nível de autonomia para carros, no qual, correspondem ao último nível entre os seis níveis adotados pela SAE - *Society of Automotive Engineers*³ (2018). O quadro 1 a seguir mostra essa classificação, como também, a figura 1 mostra uma representação gráfica dos níveis de automação:

³ *Society of Automotive Engineers* – Sociedade de Engenheiros Automotivos

Quadro 1 -Níveis de automação de veículos

Nível de Automoção	Descrição
0	O veículo não possui qualquer autonomia. O condutor é o único responsável por todas as ações e decisões.
1	A automação está presente em apenas uma ou duas funções de veículos, e este emite alertas e informações ao condutor.
2	O veículo possui algumas funções autônomas, mas o condutor precisa estar atento a todas suas ações e as vias ao redor.
3	O veículo é considerado pelo usuário, mas não é necessário a completa atenção às vias. O condutor toma o controle apenas em situações de emergência, mas com um intervalo de tempo suficiente para esta transição de controle.
4	O veículo é projetado para possuir autonomia para trafegar nas cidades em condições favoráveis. O motorista pode ter a opção de controlar o veículo manualmente.
5	O veículo é projetado para possuir total autonomia para trafegar nas cidades mesmo em condições críticas. O usuário deverá apenas informar o local de destino e não precisará tomar o controle do veículo em nenhuma situação, a não ser que seja do seu desejo.

Fonte: Adaptação SAE, 2018

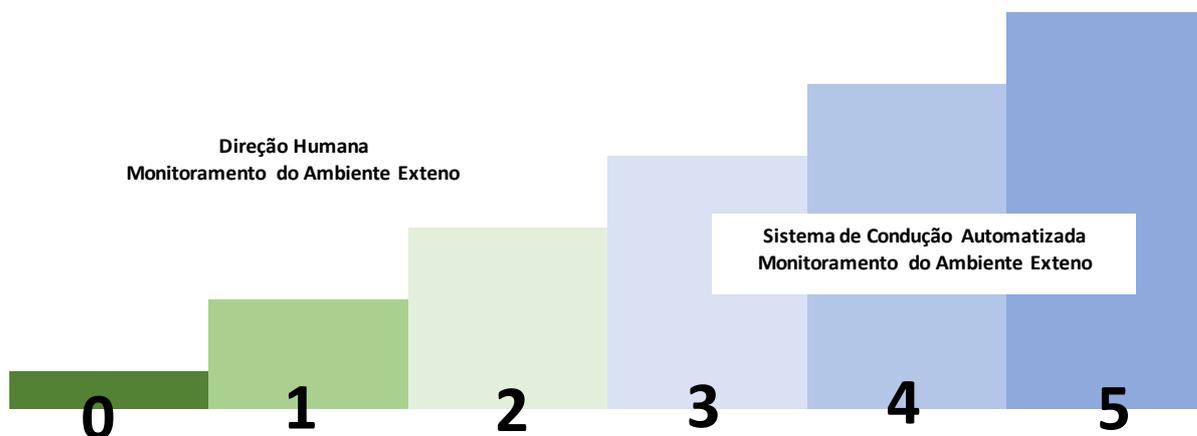


Figura 1– Níveis de automação veicular segundo a SAE

Fonte: Adaptação SAE, 2018

2.1 Carros Autônomos: Tecnologia embarcada

Os Veículos autônomos, em síntese, são capazes de dirigir em modo independente, sem a ação humana. Para que aconteça o deslocamento seguro desse tipo de veículo é necessário que diversos elementos tecnológicos funcionem de forma integrada e harmonizada. Essa categoria de automóveis se baseia no uso de câmeras, radares, sensores e Inteligência Artificial para realizar trajetos que não foram pré-definidos ou conhecidos por ele anteriormente (CHAFKIN, 2016). Eles assimilam e avaliam o ambiente externo, o ambiente interno dos veículos e suas condições, e, deste modo, podem circular pelas vias com uma velocidade adequada e preparada para responder aos obstáculos.

Existem diversos componentes essenciais e auxiliares para que o carro autônomo possa desempenhar suas funções, como: sensores, câmeras, sistemas de assistência ao motorista, GPS, processadores e atuadores.

Os sensores são tecnologias essenciais para a funcionalidade dos veículos autônomos de modo que possibilitam que sejam capazes de ler, interpretar e agir aos elementos externos a eles, a depender do seu nível de autonomia. Os sensores são transdutores que convertem grandezas físicas em sinais elétricos que são enviados posteriormente para a unidade de controle correspondente ao sistema a ser medido (Correia, Rocha, 2012). No segmento automotivo os sensores são subdivididos em duas categorias: sensores proprioceptivos e sensores exteroceptivos.

Sensores proprioceptivos medem valores internos ao sistema (robô); por exemplo, velocidade do motor, carga da roda, ângulos da junta do braço do robô, tensão da bateria (SIEGWART e NOURBAKHS, 2004). Sensores proprioceptivos, como giroscópios e acelerômetros que integram a Unidade de Medição Inercial (Inertial Measurement Unit - IMU), são responsáveis pela detecção do estado do próprio veículo, como os sensores de velocidade das rodas e inerciais, ou seja, têm como função obter informações referentes a dinâmica do veículo.

Os sensores exteroceptivos adquirem informações do ambiente do robô; por exemplo, medições de distância, intensidade de luz, amplitude do som (SIEGWART e NOURBAKHS, 2004). Sensores exteroceptivos, como câmeras, lidar, radares, sonar, dentre outros, são responsáveis pela detecção do ambiente. Sua principal função é de visualizar obstáculos através de detecção e sensoriamento.

Segundo Rodrigues, 2017, o Radar (detecção e telemetria por rádio) transmite ondas de rádio para detectar objetos; o Sonar (sistema de navegação e telemetria) emite ondas sonoras ao identificar objetos e o Lidar (Detecção de Luz e Telemetria) gira constantemente, usando feixes de laser para gerar um conjunto de coordenadas correspondentes aos locais de reflexões dos feixes emitidos. Resumidamente, esses três sensores agem exatamente da mesma forma: eles emitem um sinal (rádio, ultrassom ou laser) que pode ser refletido se houver um obstáculo ao alcance do veículo. No caso do Lidar, essa tecnologia veio ao mercado para alavancar a capacidade dos veículos autônomos de identificar a sua posição no mundo ao seu redor.

Nesse sentido, esses sensores são capazes de coletar informações em todas as direções, através de inúmeras leituras por segundo. Com essas informações é possível processá-las e depois tomar decisões de locomoção.

Um processador similar a um “computador central” analisa as informações dos sensores e correlaciona todas as outras informações armazenadas para avaliar as condições de condução atuais. Além da funcionalidade de processar e armazenar dados, essa tecnologia vem sendo desenvolvida para ser capaz de ter um alto aprendizado, sendo um melhoramento computacional através de redes neurais, baseado na inteligência artificial. A pesquisa no campo da inteligência artificial inclui robótica, reconhecimento de fala, reconhecimento de imagem, processamento de linguagem natural e sistemas especialistas (NING; YAN, 2010). A implantação desses componentes possui como objetivo trazer um alto nível de segurança aos veículos autônomos.

Além das tecnologias descritas acima, pode-se citar também, os sistemas de assistência ao motorista. Esses são componentes que auxiliam o funcionamento dos carros autônomos trazendo segurança e comodidades ao usuário. A quadro 2 a seguir mostra um resumo de descrições dos principais sistemas de assistência disponíveis no mercado:

Quadro 2 - Principais sistemas de assistência disponíveis no mercado

Sistemas de Assistência ao Motorista	Descrição
Sistema de controle de cruzeiro (Cruise Control - CC)	Utilizado para fixar uma velocidade selecionada pelo motorista seja em aclives ou declives a velocidade é controlada e mantida pelo sistema.
Sistema de controle de cruzeiro adaptativo (Adaptive Cruise Control - ACC)	Além de ser utilizado para fixar uma velocidade selecionada pelo motorista, ele mantém uma distância segura do veículo à frente.
Sistema de assistência de congestionamento (Traffic Jam Assist - TJA)	Assume o controle do freio e da aceleração do veículo.
Sistema limitador de velocidade (Intelligent Speed Adaptation - ISA)	Permite o condutor controlar a aceleração do veículo até uma velocidade pré setada pelo mesmo.
Sistema de Assistência de troca de faixa (Lane Change Assist - LCA)	Faz a verificação dos pontos cegos e possível aproximação de veículos em alta velocidade, e então, realiza a troca de faixa, como também a sinalização do motorista caso houver um obstáculo.
Sistema de Assistência a manutenção de faixa (Lane Assist - LA)	Auxilia o motorista na continua correção do posicionamento do veículo entre as faixas da via.
Alerta de saída de faixa (Lane Departure Warning System – LDWS/LDW)	De forma similar ao sistema de assistência a manutenção de faixa, o alerta de saída de faixa visa alertar o motorista que o veículo está sendo conduzido em direção a faixa da esquerda ou direita.
Sistema de frenagem de emergência (Active Braking Assist – BA/BAS)	Quando o motorista não responde aos avisos luminosos e sonoros emitidos pelo veículo que indicam uma eminente colisão, a frenagem é então realizada de forma autônoma, evitando possíveis acidentes por colisão ou atropelamento.
Alerta de Colisão Frontal (Forwarding Collision Warning - FCW)	O alerta de colisão frontal consiste em avisos luminosos e sonoros que indicam que o motorista está perto do veículo a frente.
Sistema de Assistência de estacionamento (Parking Assist - PA)	Com esse sistema de assistência, o motorista não necessita mais manobrar o veículo para estacioná-lo ao encontrar uma vaga.
Sistema de controle de estabilidade (Electronic Stability Control - ESC)	Atua impedindo que o motorista perca o controle da direção em situações crítica.
Sistema de controle de tração (Traction Control System - TC)	Impede as rodas que tracionam o veículo de perder contato com o solo quando a força enviada às rodas é reduzida, evento que ocorre principalmente em curvas e arrancadas.
Freios ABS (Anti-lock braking system - ABS)	Esses freios evitam o travamento das rodas, mesmo quando o pedal é pressionado fortemente.
Sistemas de navegação (Global Positioning System - GPS)	Consiste no senso de posicionamento do veículo em relação ao mundo.

Fonte: Elaborado pelo autor. Resumo Rodrigues, 2017.

O quadro a seguir mostra, resumidamente, os principais sistemas que são utilizados atualmente para dar toda autonomia a um veículo, trazendo um cenário onde o motorista deixa de ser um motorista para ser um passageiro do carro.

Quadro 3 - Principais tecnologias para desenvolvimento de um carro autônomo

Tecnologias Embarcadas	Função	Exemplo
Sensores Proprioceptivos	Obter informações referentes a dinâmica do veículo	Giroscópios e Acelerômetros
Sensores Exteroceptivos	Visualizar obstáculos através de detecção e sensoriamento.	Câmeras, Lidar, Radares e Sonar
Processador de dados	A principal funcionalidade é processar e armazenar dados	“Computador central”
Sistemas de assistência ao motorista	Auxiliam o funcionamento dos carros autônomos trazendo segurança e comodidades ao usuário.	GPS, Cruise Control, Freios ABS e dentre outros

Fonte: Elaborado pelo autor. Resumo Rodrigues, 2017.

Todos os sistemas citados acima precisam de softwares para tal funcionalidade, que são desenvolvidos por engenheiros de softwares. Em veículos autônomos, softwares dependem de diferentes métodos como visão computacional, máquinas de aprendizado, computadores em paralelo e vários serviços externos, como Bluetooth, Wi-Fi, dentre outros. É um complexo processo para calcular decisões, além da grande dificuldade de serem testados em todos os reais cenários mundiais. Ou seja, o processo de decisão através de computadores e sensores ainda é um desafio para implementação dos veículos autônomos, quando comparado com o processo de decisão feito por humanos.

2.2 Poder de decisão: Veículos Autônomos X Humanos

Existe uma grande diferença entre o processo de decisão realizado pelos seres humanos e o dos computadores aplicados nos veículos autônomos.

Os seres humanos aprendem com os erros e acertos, já os softwares limitam-se em fazer a análise destes, ocorrendo assim, um lento processamento de dados. Um exemplo que pode ser citado é quando as vias apresentam inesperadas placas de sinalização, estas podem passar despercebidas pelos softwares, mas, são facilmente interpretadas pelos humanos.

Com o objetivo de tornar mais rápido o processamento de dados, iniciou-se a introdução de softwares de aprendizado, que realizam a função de aprender com a experiência, e rapidamente, reagem, retornando o seu funcionamento à normalidade.

A figura 2 a seguir, mostra uma comparação do modo de pensar e processar entre veículos autônomos e humanos:

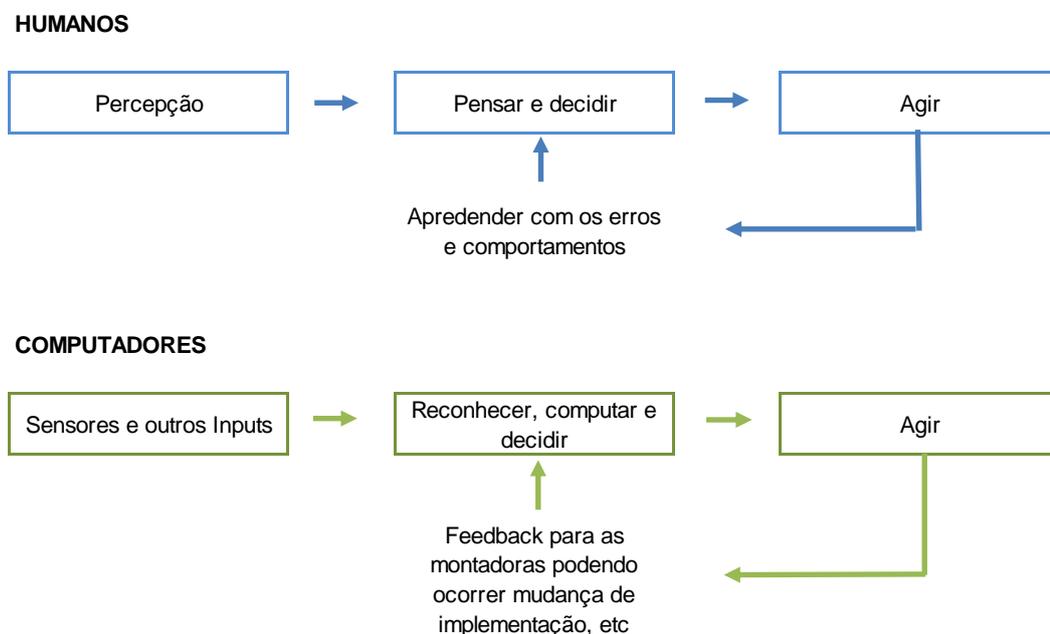


Figura 2 - Comparação do modo de pensar e processar entre veículos autônomos e humanos
Fonte: Adaptação do artigo “Ethical and Social Aspects of Self-Driving Cars”. DODIG-CRNKOVIC, HOLSTEIN E PELLICCIONE, 2018

Como mostrado na figura 2, o “Feedback Loop” é o grande diferencial entre comportamento de computadores e humanos. Enquanto, os humanos aprendem de imediato se um caso não esperado acontecer, os computadores têm uma dependência direta com as montadoras, pois, primeiramente, precisam sinaliza-las do ocorrido e as mesmas precisam analisar e implementar a mudança. No qual, essa mudança pode ser alguma atualização de software ou troca de sensores e/ou processadores.

Dependendo da tecnologia embarcada e da quantidade de sensores, o tipo e qualidade de informações são bastante variáveis. Ainda não existe um parâmetro da qualidade das tecnologias embarcadas e o que as mesmas conseguem captar e/ou filtrar de informações utilizadas nos veículos autônomos. Com tudo, existe uma complexidade para se imaginar como os veículos autônomos realmente “enxergam” a vida real através das câmeras, radares, sensores e Inteligência Artificial.

Na figura 3 a seguir, mostra uma representação abstrata de como as informações internas e externas são capturadas através das tecnologias

embarcadas, processadas, e em seguida é tomada a decisão para a ação do controle do veículo.

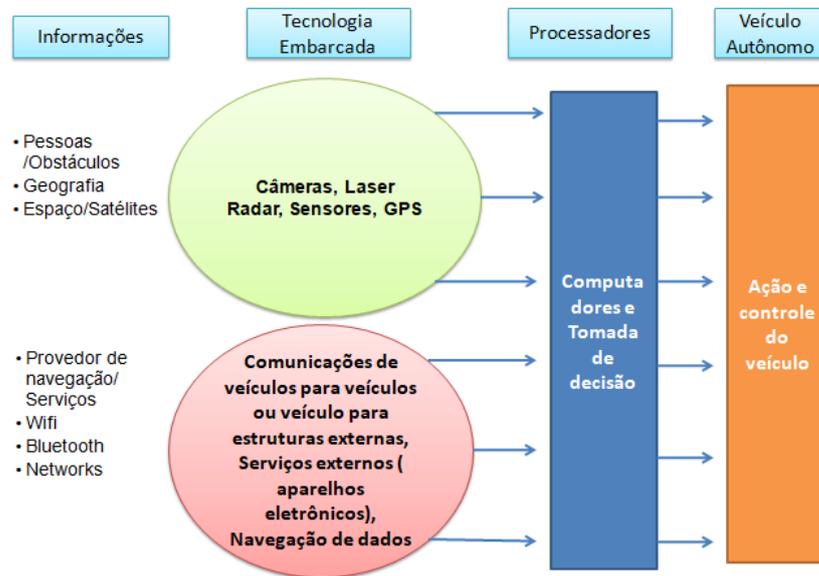


Figura 3– Representação abstrata da tomada de decisão dos veículos através de vários recursos

Fonte: Adaptação do artigo “Ethical and Social Aspects of Self-Driving Cars”.

DODIG-CRNKOVIC, HOLSTEIN E PELLICCIONE, 2018

A tecnologia embarcada que envolve os veículos autônomos está em fase de desenvolvimento, ou seja, a tecnologia a ser aplicada ainda está incerta. Dessa forma, a mesma ainda demanda de esforços para alcançar seu pleno funcionamento em todos os cenários. A tecnologia mal aplicada oferece danos reais e previstos a sociedade que podem acarretar em acidentes e ou mortes letais. Possíveis questões que ainda precisam ser respondidas:

- O quanto à tecnologia embarcada captura com precisão as informações;
 - Exemplo: Caso houver coleta ou interpretação errada de informação.
- Filtro e confiabilidade das informações capturadas pela tecnologia;
 - Exemplo: Como distinguir o que é importante ou não e o que será confiável ou não.
- Qualidade e quantidades das tecnologias em um veículo autônomo;
 - Exemplo: O quanto de informação e a qualidade da mesma para poder interpretar uma ação e ou uma reação
- Limitações das tecnologias;
 - Exemplo: Sensores insuficientes desenvolvidos

- Balanceamento de informações através de diferentes sensores;
 - Exemplo: se um sensor detectar um objeto e outro não, em qual sensor confiar?
- Utilização indevida das informações.
 - Exemplo: invasão de Hackers ou vazamento de informações pessoais como trajetos, rotas, etc.

Exemplificando, o veículo autônomo tomará decisões através de representações das situações do mundo real, no qual, informações serão coletadas por sensores e interpretadas por softwares. Atualmente, muitas pesquisas consideram algumas representações insolúveis para o estudo do avanço e implementação dos veículos autônomos na sociedade. Cenários chamados de “dilema de trolley” ou do bonde torna-se ainda maior a quantidade de variáveis a serem analisadas acarretando ainda mais confuso e complicado a implementação da tecnologia.

3 “DILEMA DE TROLLEY”: DESAFIO PARA VEÍCULOS AUTÔNOMOS

Originalmente, criado por Philippa Foot e mais tarde modificado por Judith Thomson, o “dilema de trolley”, ou do bonde traduzido para o português, atesta várias versões, mas a "estrutura básica de todos os dilemas é a mesma: se você não agir, cinco pessoas irão morrer; se você agir, uma pessoa será morta mas as cinco serão salvas" (BRUERS e BRAECKMAN, 2014, p. 251)

De acordo com o dicionário de filosofia (ABBAGNANO, 2007) o termo "dilema" significa "premissa dupla" e é utilizado para "indicar os raciocínios insolúveis ou conversíveis" (ABBAGNANO, 2007, p.277).

O “dilema de trolley” descreve-se por um condutor de um bonde que está seguindo nos trilhos, no caminho normal que deveria percorrer. Eis que avista cinco pessoas trabalhando nos trilhos, alguns metros à frente. O caminho é estreito, e está em um vale, então não há como eles escaparem. O condutor tenta puxar os freios, mas estes não funcionam. Você percebe que há outro caminho, pouco antes dos trabalhadores, porém, logo percebe que nesse caminho, há outro trabalhador. O que se deve fazer? Atropelar 5 pessoas ou 1 pessoa? Esse processo pode ser exemplificado na figura 4 a seguir:

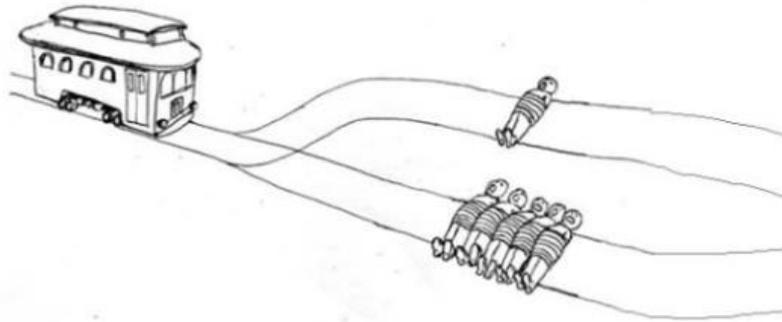


Figura 4 - Dilema de “Trolley” ou do bonde

Fonte: Adaptação da Revista de Filosofia Moderna e Contemporânea. ABBAGNANO, 2007

Recentemente, o dilema de “Trolley” ou bonde passou a ser discutido em um cenário bastante diferente. Com o desenvolvimento de veículos autônomos, surgiu uma analogia com o experimento moral clássico. Suponha-se que um veículo autônomo precise escolher entre as opções de atropelar cinco pessoas ou desviar resultando na morte do passageiro: qual deve ser a decisão a ser tomada? Como os programadores devem desenvolver softwares que atendam esse cenário? Qual seria a decisão tomada por um veículo autônomo? Resumidamente, o dilema de “trolley” ou do bonde considera que um carro autônomo deve ser capaz de estimar sua própria capacidade operacional para lidar com situações surpreendentes e ajustar seu próprio comportamento tático de acordo com situações.

Com relação ao ponto de vista jurídico, Casey (2017) afirma que as abstrações filosóficas presentes no dilema do bonde pouco contribuem para os problemas enfrentados pelos engenheiros, sendo mais importante o estudo e o desenvolvimento do aparato legal que irá balizar o uso dessas tecnologias.

Segundo Marshall (2018), do ponto de vista da engenharia, o principal ponto em resolver o problema de “Trolley” não é algo enfatizado no desenvolvimento por duas razões, a primeira porque não está claro qual é a solução correta ou se existe uma solução e em segundo lugar porque o incidente de eventos como esse é extremamente pequeno e os carros sem motorista deveriam torná-los ainda menos prováveis sem um humano ao volante. Em outras palavras, os desenvolvedores estão mais concentrados em questões mais elementares, como treinar a tecnologia

para distinguir entre um humano e uma bicicleta, carros parados ou em movimento e/ou detectar sinalizações e estradas.

Marshall (2018) ainda afirma que os veículos autônomos terão que lidar com diferentes culturas automotivas em todo o mundo. Em alguns países, os pilotos são mais agressivos, dessa maneira, os carros precisam ser desenvolvidos para reagir de diferentes formas. Outra linha de argumentação relevante tem sido defendida por Goodall (2014, 2016), segundo a qual a problemática dos veículos autônomos precisa levar em consideração o conhecimento já fartamente produzido na área de análise de risco.

Assim de acordo com as argumentações descritas acima, há razões para considerar o dilema do “Trolley” ou bonde como sendo insuficiente para lidar com a problemática dos veículos autônomos, dado que o resultado das ações de desviar ou não desviar a trajetória resultam em consequências letais dadas como certas em ambas decisões.

Pode-se, também, confirmar que o dilema do “Trolley” não é o principal desafio para o carro autônomo, existindo acima, existem riscos reais e já calculados para tecnologia, no qual, ainda busca-se soluções. Ou seja, é necessária uma outra abordagem que seja capaz de dar ênfase aos riscos reais e solúveis impostos pela utilização de tal tecnologia.

4 DESAFIOS SOCIAIS PARA VEÍCULO AUTÔNOMO

Os desafios sociais em torno do veículo autônomo, nos quais, incluem as partes envolvidas como as tecnologias embarcadas, os ambientes sociais, custo, qualidade, dentre outros, são relevantes para analisar o avanço desta tecnologia, enfatizando em problemáticas solucionáveis.

Dentre as várias questões que ainda precisam de respostas para os desafios sociais como os novos tipos de nichos de negócios, a reestruturação do mercado de trabalho, a interferência humana, as legislações, dentre outros, devem ser mensurados e avaliados na implementação desta tecnologia já que as pessoas e a sociedade como um todo serão os principais afetados.

Segundo Dodig-Crnkovic, G., Holstein T., Pelliccione. P. (2018), muitos empregos e negócios deixarão de existir. Dessa forma, o primeiro obstáculo social será a grande influência no mercado de trabalho que envolve todo o meio

automobilístico. Como por exemplo, os motoristas de taxi, ônibus e caminhão, mecânicos, seguradoras de veículo, montadoras, fornecedores, trabalhadores que fazem *delivery* de serviços e comidas, dentre outros. Ter um veículo para uso pessoal irá mudar, a tendência será o compartilhamento de veículos. E, assim, os autônomos serão comparados como um serviço, no qual, contrata-se somente para um período.

World Economic Forum⁴ (WEF, 2016), prevê que 7,1 milhões de empregos serão perdidos e haverá a criação de apenas 2,1 milhões, que as atividades econômicas estarão irreconhecíveis por via da automação. Sendo ainda relevante considerar o planejamento da reestruturação do mercado de trabalho no processo de transição para os veículos autônomos.

Como consequência desses aspectos, muitas relações de trabalho deixarão de existir e/ou irão mudar. Muitas áreas de trabalho hoje existentes não serão mais necessárias, já que a tendência é de que essa nova tecnologia não seja mais cabível em algumas atividades, como por exemplo, seguradoras de carros. A questão que deverá ser respondida é: qual a estratégia adotada para minimizar a redução de emprego e a criação de novos nichos de trabalho com implantação dos veículos autônomos?

Outro desafio que deve ser levado em consideração é interferência humana no veículo autônomo. Dodig-Crnkovic, G., Holstein T., Pelliccione. P. (2018) dizem que é importante determinar o quanto as pessoas terão controle dos veículos autônomos. Deverá ter no veículo um botão de emergência que permita que pessoas interfiram no poder de decisão? O quanto as pessoas devem interferir na tecnologia? E se caso o veículo se recusar a ir a rota indicada pelo passageiro, como proceder com a tecnologia nesse caso? Dessa forma, torna-se necessário ser endereçado e definido o quanto e como os humanos devem ter controle da tecnologia. Em 14 de abril de 2016, os estados-membros da EU – *European Union*⁵ - endossaram na Declaração de Amsterdã que trata de marcos legislativos, o uso de dados, responsabilidade, troca de conhecimento e testes internacionais para a tecnologia de automação, no qual, prepara-se um quadro europeu para a implementação de veículos interligados e automatizados até 2019.

⁴*World Economic Forum* – Forum Economico Mundia (FEM)

⁵*European Union* – União Europeia

Por fim, outro obstáculo social é a legislação aplicada a essa tecnologia, já que os instrumentos de regularização do sistema de transporte estão direcionados para os veículos conduzidos por humanos. Já é reconhecido que o atual instrumento de regulamentação não está adequado para os veículos autônomos.

De acordo com IANDOLI (2017), a nova emenda da Lei de Tráfego Alemã que propõe um marco regulatório para veículos total ou parcialmente guiados por inteligências artificiais, o software deverá escolher o cenário que machuque menos as pessoas envolvidas. Para isso, os carros autônomos deverão estar preparados para destruir qualquer tipo de propriedade, e não poderão preservar a vida de animais se isso representar um risco a um ser humano. A emenda também especifica que os softwares não podem fazer qualquer tipo de diferenciação entre pessoas, desconsiderando gênero, idade ou condições físicas. Diante desse cenário, torna-se necessário a existência de estratégias nas legislações para implementação da tecnologia que cause menos impacto a sociedade.

Apesar dos benefícios do carro autônomo como o aumento da segurança em função de minimizar a falha humana e a da otimização do tempo das pessoas, os desafios sociais que o mesmo traz, serão o centro das atenções na próxima década. O papel do regulador, é vital não apenas para minimizar quaisquer danos ou impactos sociais causados, mas também para garantir que a inovação não seja impedida por limitações jurídicas desnecessárias. Outro fator a ser analisado é a segurança cibernética dos veículos, pois à medida que os carros vão se tornando mais computadorizados, aumenta o perigo com a segurança eletrônica. Ao contrário da maioria dos computadores, veículos automotores em si, são máquinas que lidam diretamente com a vida humana, devendo ser classificados então como dispositivos críticos, não podendo ser susceptíveis a invasões hacker, falhas elétricas e erros de programação. A questão relevante é como assegurar que os veículos autônomos irão ser construídos de forma adequada para a sociedade e quais serão essas diretrizes para a implementação dessa tecnologia.

Esses desafios sociais, precisam ser levados em consideração no processo de implementação dos veículos autônomos. Experiências de processo de industrialização e automatização que já ocorreram no passado, podem colaborar e antecipar um melhor plano para o processo de transição.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como propósito oferecer, de forma sintética e objetiva, uma compreensão dos veículos autônomos, suas tecnologias embarcadas e seus principais desafios sociais. Como também, foi apresentado uma compreensão do dilema de “Trolley” ou bonde e como essa problemática não deve ser o principal fator discutido para o avanço dos veículos autônomos.

Veículos autônomos são considerados como o futuro do sistema de transporte e poderá ser implementado com êxito. Entusiastas acreditam que sua utilização tornará o trânsito muito mais seguro. Fatores, como: precisão, filtro e confiabilidade das informações capturadas pelas tecnologias, utilização indevida das informações, quantidade e qualidade das tecnologias dentro de veículo, dentre outros, ainda não foram completamente desenvolvidos para o veículo autônomo, deixando-o ainda inseguro para o uso da sociedade.

Ainda há uma alta complexidade de representar cenários reais através das tecnologias embarcadas e suas interações. O veículo autônomo tomará decisões através de representações das situações do mundo real, no qual, informações serão coletadas por sensores e interpretadas por softwares. Com tudo, a tecnologia ainda sofre muita intervenção de fatores externos e internos, dificultando ainda mais a interpretação dos mesmos.

O dilema do bonde, em sua versão original, coloca em pauta situações de mortes letais extremas, ou seja, alternativas que não tem resolução já que todas as opções levam acidentes fatais. Em outras palavras, é difícil mensurar o dilema como possíveis cenários que podem ocorrer na aplicação da tecnologia. A nova tecnologia tem que ser gradualmente desenvolvida e implantada, buscando abordar e solucionar riscos reais e solúveis impostos pela utilização da mesma.

Com todos os benefícios do carro autônomo para mobilidade urbana, os desafios sociais e regulatórios que o mesmo traz, serão alvo de atenções nos próximos anos. O papel do regulador é de fundamental importância não apenas para minimizar quaisquer danos ou impactos sociais causados, mas também para garantir que a inovação continue se desenvolvendo. Esses aspectos precisam ser levados em consideração, pois, desse modo, haverá a uma aceleração no desenvolvimento e a aplicação da tecnologia reconhecendo-a como o uma promessa de sucesso da mobilidade do futuro.

A presente pesquisa foi de fundamental importância para colocar em discussão os conceitos do veículo autônomo, suas tecnologias embarcadas e por fim, identificar e analisar os principais desafios sociais correlacionados aos veículos autônomos que podem apresentar na sua implementação. A continuidade de pesquisas neste campo parece-nos importante, para a construção do saber científico que busque ações capazes de levar ao amadurecimento e desenvolvimento de tema. Espera-se que este estudo possibilite o incremento de novas pesquisas.

REFERÊNCIAS

- ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Editora Mestre Jou, 2007.
- AZMAT, M. (2015) Future **Scenario: self-driving cars – the future has already begun**. Conference paper, DOI:10.13140/RG.2.1.3143.6965.
- BONNEFON, J-F.; SHARIFF, A.; RAHWAN, I. **The social dilemma of autonomous vehicles**. *Science*, 352 (6293), p. 1573-1576, 2016.
- BRUERS, S.; BRAEKCMAN, J. **A review and systematization of the Trolley Problem**. *Philosophia*, 42, p. 251-269, 2014.
- CASEY, B. Amoral machines, or: **How roboticists can learn to stop worrying and love the law**. *Northwestern University Law Review*, 111, p. 1347, 2017
- CHAFKIN, M. **Uber's first self-driving fleet arrives in pittsburgh this month**. Bloomberg, Agosto 2016. Disponível em: <<https://www.bloomberg.com/news/features/2016-08-18/uber-s-first-self-driving-fleet-arrives-in-pittsburgh-this-month-is06r7on>>. Acesso em: 24 Mar. 2019.
- CORREIA, Daniel; ROCHA, Daniel. **Utilização de sensores na indústria automóvel**. 2016. 12 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Eletrotécnica, Departamento de Engenharia Eletrotécnica, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2016. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/3357652-Utilizacao-de-sensores-na-industria-automovel-sistemas-automoveis.html>>. Acesso em: 10 mar. 2019.
- DOCTOROW, Cory. **The problem with self-driving cars: who controls the code?** 2015. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/technology/2015/dec/23/the-problem-with-self-driving-cars-who-controls-the-code>>. Acesso em: 13 fev. 2019.
- DODIG-CRNKOVIC, G., HOLSTEIN T., PELLICCIONE. P., **Ethical and Social Aspects of Self-Driving Cars**. ARXIV'18, January 2018, Gothenburg, Sweden

FOOT, P. **The problem of abortion and the doctrine of the double effect.** Oxford Review, 5, p. 5-15, 1967.

GASQUES, Marcos Vinícius et. al. **Carros autônomos reduzirão acidentes em 90% e emissões de poluentes em 60%.** Autoesporte. Rio de Janeiro. Seção Notícias. 02 out. 2015. Disponível em: <<http://revistaautoesporte.globo.com/Noticias/noticia/2015/10/carros-autonomosreduzira-acidentes-em-90-e-emissoes-de-poluentes-em-60.html>> Acesso em: 10 fev. 2019

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

GOODALL, N. J. **Machine ethics and automated vehicles.** In: G. Meyer and S. Beiker (Eds), Road vehicle automation. Dordrecht: Springer, p. 93-10, 2014.

IANDOLI, Rafael. **Como a Alemanha pretende regular a 'ética' dos carros autônomos.** Disponível em: <<https://www.nexojornal.com.br/expresso/2017/08/24/Como-a-Alemanha-pretende-regular-a-%C3%A9tica-dos-carros-aut%C3%B4nomos>>. Acesso em: 24 mar. 2017.

INDEX, Tom tom Traffic. **Measuring congestion worldwide.** 2016. Disponível em: <https://www.tomtom.com/en_gb/trafficindex/city/mexico-city>. Acesso em: 21 fev. 2019.

LIN, P. **Why ethics matters for autonomous cars.** In: J. Markus et al, Autonomesfahren, p. 69-85. Berlin/Heidelberg: Springer, 2015.

NETHERLANDS. GOVERNMENT OF THE NETHERLANDS. (Ed.). **On our way towards connected and automated driving in Europe.** Amsterdam: Ministry Of Infrastructure And The Environment, 2017. 21 p. Disponível em: <<file:///C:/Users/Tatiana.Gonzalez/Downloads/On+our+way+towards+connected+and+automated+driving+in+Europe.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2019.

MARSHALL, Aarian. **WHAT CAN THE TROLLEY PROBLEM TEACH SELF-DRIVING CAR ENGINEERS?** 2018. Disponível em: <<https://www.wired.com/story/trolley-problem-teach-self-driving-car-engineers/>>. Acesso em: 14 abr. 2019.

NING, S.; YAN, M. **Discussion on research and development of artificial intelligence**. In: Advanced Management Science (ICAMS), 2010 IEEE International Conference on. [S.l.: s.n.], 2010. v. 1, p. 110–112.

OLIVEIRA, Daniel. **O admirável mundo sem emprego**. Disponível em: <<https://expresso.pt/sociedade/2017-01-08-O-admiravel-mundo-sem-emprego#gs.39eryc>>. Acesso em: 24 mar. 2019.

ONU. **Acidentes de trânsito matam 1,25 milhão de pessoas no mundo por ano**. 2018. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acidentes-de-transito-matam-125-milhao-de-pessoas-no-mundo-por-ano/>>. Acesso em: 16 fev. 2019.

PEREIRA, Sandor B.; BOTELHO, Róber D.. **Design de Interação: fatores humanos e os veículos autônomos**. 2018. 18 f. Artigo (Bacharelado) - Curso de Artes e Design,, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2018.

PETTERSSON, I.; KARLSSON, I. C. M. (2015) **Setting the stage for autonomous cars: a pilot study of future autonomous driving experiences**. IET intelligent transport systems, v. 9, n. 7, p. 694-701.

PIZARRO, Ludmila. **Sem motorista, automóvel do futuro será mais seguro**. O Tempo, Belo Horizonte, Seção Economia. 10 abr. 2016. Disponível em: <<http://www.otempo.com.br/capa/economia/sem-motorista-automovel-do-futuro-ser%C3%A1-mais-seguro-1.1276455>> Acesso em: 14 fev. 2019

RODRIGUES, Leonardo Cavalheiro. **FUNDAMENTOS, TECNOLOGIAS E APLICAÇÕES DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS**. 2017. 83 f. Monografia (Especialização) - Curso de Bacharel em Engenharia Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2017.

S. Pillath. **Briefing: Automated vehicles in the EU**. European Parliamentary Research Service (EPRS), 2016.

SAE, Society of Automotive Engineers. **Automated driving: levels of driving automation are defined in new SAE international standard**. Fevereiro, 2019+.

Avaiableat<https://web.archive.org/web/20161120142825/http://www.sae.org/misc/pdfs/automated_driving.pdf>.

SIEGWART, Roland; NOURBAKHSI, IllahR..**Introduction to Autonomous Mobile Robots**. London: Robotics And Autonomous Agents, 2004.

SILVA, E. LUCIA; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4 ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SOUZA, Vinicius Morais de; COSTA, Allan Patrick de Lucena. **A importância do estudo dos dilemas morais: o caso do dilema do bonde e sua pertinência**. In: **encontro internacional de jovens investigadores**, 3., 2016, Paraiba: Join, 2016. p. 0 - 10.

THOMSON, J. J. **Killing, letting die, and the trolley problem**. *The Monist*, 59, p. 204-217, 1976.

Windsor, M. **Will your self-driving car be programmed to kill you if it means saving more strangers?**2015. Disponível em: <Will your self-driving car be programmed to kill you if it means saving more strangers?>. Acesso em: 13 fev. 2019.

WORD ECONOMIC FORUM. **The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution**. Cologny/geneva: Word Economic Forum, 2016. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2019.