

# Mapeamento sistemático das abordagens éticas na tomada de decisão em navegação autônoma

Fernando Gonçalves dos Santos<sup>1</sup>, Plínio Aristides Targa<sup>1</sup>, Orlando Bisacchi Coelho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Computação e Informática - Universidade Presbiteriana Mackenzie  
01302-000 – São Paulo – SP – Brasil

{31895204,41826851}@mackenzista.com, orlandoc@mackenzie.com

**Abstract.** *Recently, the subject of artificial intelligence has gained considerable relevance in the field of computing thanks to its immense applicability, scalability and potential. In this theme, one of the areas that have been in evidence is that of autonomous vehicles for bringing a revolution in urban mobility, ensuring safety and efficiency in transport. The present study proposes to carry out a systematic mapping of current research on autonomous vehicles, discussing the different ethical approaches related to decision-making in accident situations of these machines.*

**Resumo.** *Recentemente, a temática da inteligência artificial tem ganhado bastante relevância na área da computação graças a sua imensa aplicabilidade, escalabilidade e potencial. Nesse âmbito, uma das áreas que têm estado em evidência é a de veículos autônomos por trazer uma revolução na mobilidade urbana, garantindo segurança e eficiência no transporte. O presente estudo propõe realizar um mapeamento sistemático da pesquisa corrente em veículos autônomos, discutindo as diferentes abordagens éticas relacionadas às tomadas de decisões em situações de acidente dessas máquinas.*

## 1. Introdução

Nos tempos atuais, a área de Inteligência Artificial (IA) vem ganhando cada vez mais espaço no mercado, por se tratar de uma tecnologia com diversas aplicações, como *chatbots*, vendas e telemarketing, assistentes pessoais como a *Alexa* da Amazon, e uma das aplicações mais debatidas, que é a direção autônoma.

Grandes empresas como TESLA e Google têm utilizado a direção autônoma em seus serviços pelos benefícios que esta tecnologia traz. Contudo, ainda existem muitas questões a serem debatidas para que essa aplicação se torne mais viável. Por exemplo, em caso de um acidente envolvendo um veículo autônomo, não é clara qual a visão que o algoritmo deve adotar em situações nas quais um acidente seria inevitável.

Segundo o provedor de informações IHS Markit, a previsão para que esse tipo de veículo se torne popular é até o ano de 2040 (RIBBE, 2018) e por mais urgente que seja a discussão acerca das decisões éticas tomadas em situações de risco de acidentes envolvendo veículos autônomos, ainda existe uma clara dúvida sobre como esse problema deve ser resolvido.

## 1.1 Problema de Pesquisa

Dentro desse panorama de aprendizagem de máquina, muito progresso já foi feito nos últimos anos e hoje, já temos a IA presente em nossas vidas. Convivemos com sistemas capazes de nos guiar pelas ruas, recalculando a melhor rota a cada alteração que fazemos em nosso trajeto; algoritmos responsáveis por direcionar notícias, produtos e novos amigos baseados em nossos comportamentos; programas de edições de vídeos esportivos capazes de escutar a plateia para entender os momentos mais emocionantes da jogada e assim separar os melhores momentos de uma competição etc.

São várias as aplicações dessa tecnologia e infinitas as possibilidades e dentre essas muitas aplicações, uma delas tem recebido uma atenção especial por parte das grandes indústrias mundiais: os veículos autônomos. Contudo, a quem podemos recorrer quando os algoritmos inteligentes não são capazes de resolver uma situação inesperada e um acidente se torna inevitável?

E o mais importante, em uma situação crítica e risco iminente, em que mais de uma vítima inevitavelmente estará envolvida, quais decisões o algoritmo deverá tomar a fim de mitigar os danos desse acidente?

## 1.2 Justificativa

Diferente das outras aplicações mencionadas anteriormente, a direção autônoma vem com o propósito de diminuir acidentes causados por erros humanos, além de outros benefícios como fluidez no tráfego, democratização da mobilidade etc. Porém, sua implementação é mais complexa se comparada com a de um *chatbot*, por exemplo, caso ocorra alguma falha, vidas são colocadas em perigo.

Segundo Singh (2015) em um relatório produzido pelo *U.S. Department of Transportation* (DoT) – Órgão público que se preocupa com o transporte nos Estados Unidos, mais de 90% dos acidentes são causados por fatores humanos, conforme a Figura 1.

Critical Reason Attributed to	Estimated	
	Number	Percentage* ± 95% conf. limits
Drivers	2,046,000	94% ±2.2%
Vehicles	44,000	2% ±0.7%
Environment	52,000	2% ±1.3%
Unknown Critical Reasons	47,000	2% ±1.4%
Total	2,189,000	100%

Figura 1. Causa de acidentes envolvendo veículos.

Fonte: SINGH (2015).

Tendo em vista esses dados, buscam-se formas de diminuir esses números, e, uma das possíveis soluções é a adoção de veículos autônomos. Conforme Maddox (2018, apud DoT, 2017), acredita-se que a adoção de veículos autônomos poderia reduzir as

fatalidades em acidentes de trânsito em mais de 90%, somente eliminando acidentes que são causados por erros humanos.

Esta pesquisa busca estudar quais são as possíveis abordagens para o dilema das tomadas de decisões de veículos autônomos ao enfrentar situações de acidente iminente e porque tais abordagens são adotadas, tendo em vista que este é um fator crucial para que possíveis usuários deste tipo de veículo se sintam seguros e confiantes ao embarcar em um carro com navegação autônoma. Além disso, procuramos entender o quão desenvolvido está este tipo de discussão, assim como perceber se o material existente que aborda o assunto é o suficiente.

### **1.3 Objetivo**

Responder o problema desta pesquisa por meio de um mapeamento sistemático da literatura científica atual que aborda o debate do contexto ético envolvendo tomadas de decisões por veículos autônomos quando um acidente é inevitável.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1 Veículos Autônomos**

Um veículo autônomo pode ser definido como um veículo capaz de navegar com pouca ou nenhuma assistência humana. Dito isso, podemos definir como primeiro protótipo de veículo autônomo o modelo proposto pelo engenheiro militar Francis P. Houdina, em 1925 nos Estados Unidos (MANCUZO, 2022). O modelo proposto por Houdina funcionava através da tecnologia de rádio e era guiado por outro carro que vinha logo atrás (ENGELKING, 2017).

A tecnologia utilizada por esse tipo de veículo tem se desenvolvido cada dia mais para que possamos chegar até um nível que não seja mais necessária nenhuma assistência humana. Atualmente, os veículos autônomos possuem diversos sensores e câmeras de diferentes tipos que realizam a captação de elementos ao seu redor e fornecem esses dados para um “computador central”, que irá processar esses dados e depois tomar decisões de locomoção. (RODRIGUES, 2017).

### **2.2 Ética**

O conceito de ética é discutido desde o período da Antiguidade e pode-se definir como aquilo que dirá se uma ação é considerada certa ou errada. No entanto, esse conceito pode ser confundido com o de moral, porém, seus significados são distintos. Enquanto a moral expressa os hábitos e costumes de uma sociedade específica, a ética busca fazer uma reflexão racional acerca dos costumes que compõe o código moral dessa sociedade (PORFÍRIO, [20--]).

Segundo Menezes ([20--]), Aristóteles em seu livro IX da obra *Ética a Nicômaco* diz que “o homem é um ser político e está em sua natureza o viver em sociedade”, portanto, estamos sujeitos a encontrarmos situações que nos coloquem em dilemas morais a todo momento que exigem que tomemos decisões difíceis nos quais a resposta nem sempre é óbvia e exige que se faça um juízo de valor.

A sistematização da ética gerou o que chamamos de teorias éticas, formas de avaliar a moral das sociedades buscando respostas para esses dilemas morais. Nessa seção, buscamos apresentar algumas teorias éticas que serão relevantes para este trabalho.

### **2.2.1 *Trolley problem* ou problema do bonde**

Este problema remete a uma discussão proposta por Philippa Foot em 1978, onde são dispostos alguns cenários, sendo um deles um cenário onde um motorista de bonde deve escolher entre virar um bonde para que ele atropеле um homem inocente preso a um trilho ou permitir que o bonde atropеле e mate cinco pessoas inocentes (WOOLARD; HOWARD-SNYDER, 2021).

### **2.2.2 Utilitarismo**

O utilitarismo é a visão onde uma ação moralmente correta é a ação que produz o maior bem. Também se distingue pela imparcialidade e pela neutralidade do agente, onde a felicidade de todos conta a mesma coisa (DRIVER, 2014).

### **2.2.3 Relativismo**

O relativismo é a visão de que verdade e falsidade ou certo e errado são produtos de diferentes convenções e estruturas de avaliação, confinada ao contexto que os originou (BAGHRAMIAN; CARTER, 2022).

### **2.2.4 Altruísmo**

Um comportamento pode ser considerado altruísta quando leva em conta o desejo de beneficiar alguém além de si mesmo, ou seja, é um tipo de comportamento completamente contrário ao egoísmo (KRAUT, 2020).

### **2.2.5 Idealismo**

O primeiro grande filósofo a se autodenominar idealista foi Immanuel Kant, onde era proposta uma visão em que espaço e tempo são propriedades não elimináveis de nossa experiência e das coisas como elas nos aparecem, mas não propriedades reais das coisas como elas são em si mesmas (GUYER; HORSTMANN, 2022).

### **2.2.6 Deontologia**

Deontologia é uma teoria normativa sobre quais escolhas são moralmente exigidas, proibidas ou permitidas. Em outras palavras, a deontologia se enquadra no domínio das teorias morais que orientam e avaliam nossas escolhas sobre o que devemos fazer, em contraste com aquelas que orientam e avaliam que tipo de pessoa somos e devemos ser (ALEXANDER; MOORE, 2021).

### **2.2.7 Não-determinismo**

Essa teoria sustenta que o livre-arbítrio e o determinismo são mutuamente exclusivos e, consequentemente, que agimos livremente somente se o determinismo for falso. No

entanto, há uma discordância sobre o que mais, além do não-determinismo, é necessário para o livre-arbítrio (CLARKE et. al, 2021).

### 2.2.8 Teoria da Valência

A Teoria da Valência apresenta a tomada de decisão de um veículo autônomo como um tipo de mitigação de reivindicações, onde diferentes usuários da estrada possuem diferentes reivindicações morais sobre o comportamento do veículo, e o veículo deve mitigar essas reivindicações à medida que toma decisões sobre seu ambiente (EVANS et. al, 2020).

### 2.3 Mapeamento Sistemático

O Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) é uma forma de categorizar e resumir os estudos de determinado campo de interesse (SALAMA et. al 2016), conforme as áreas se expandem e novos trabalhos científicos vão sendo produzidos se torna necessário que haja uma visualização geral do que está sendo elaborado. Essa visualização pode ter grande utilidade para guiar novos estudos ou pautar decisões da indústria etc.

O MSL é um método que visa agregar as produções científicas em um nível mais amplo e geral do que se comparado às Revisões sistemáticas (COOPER, 2016). Seu intuito é o de categorizar essas produções por meio de palavras-chave ou tendências nos trabalhos a fim de gerar visualizações gráficas que nos permitem observar como determinado problema de pesquisa é tratado pela comunidade científica.

## 3. Metodologia

Nesta seção, será descrito a metodologia de um Mapeamento Sistemático da Literatura proposta por Petersen et. al (2008). Na seção seguinte, será feita uma descrição detalhada dos resultados obtidos em cada passo do mapeamento.

Para desenvolver este MSL, o método descrito por Petersen faz uma proposta composta por cinco passos conforme a Figura 2:

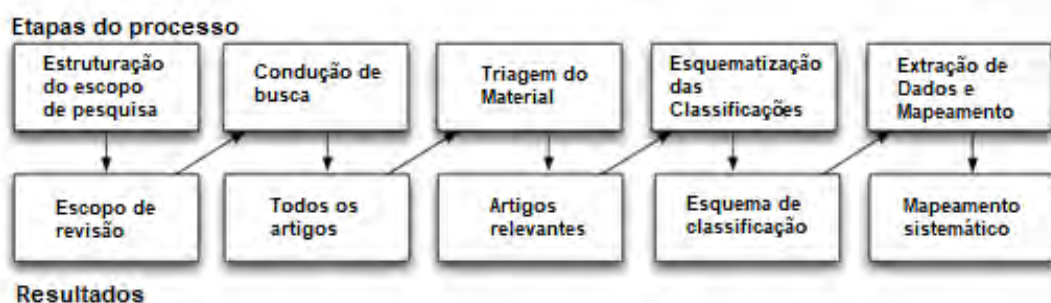


Figura 2. Processo do mapeamento sistemático da literatura.

Fonte: Petersen et. al (2008).

Analisando a figura, tem-se que a primeira linha descreve os passos do método enquanto a segunda linha aponta os resultados obtidos em cada etapa. É possível então observar os seguintes passos:

- Estruturação do escopo da pesquisa
- Condução da busca
- Triagem do material
- Esquematização de classificações
- Extração de dados e mapeamento

### **Estruturação do Escopo da Pesquisa (*Definition of Research Question*)**

Neste passo foi definido qual o problema de pesquisa, que será respondido através da realização das etapas abaixo.

### **Condução da Busca (*Conduct Search*)**

Aqui, busca-se estabelecer a maneira com que a pesquisa será realizada, que servirá de base para o MSL. Foi definido que seriam utilizadas plataformas de pesquisas de artigos científicos para este propósito.

### **Triagem do Material (*Screening of Papers*)**

Nessa etapa tem-se a tarefa de restringir os artigos retornados através da string de busca refinando os resultados até que apenas os estudos relevantes para o nosso problema de pesquisa estejam contidos no mapeamento. A triagem é feita com base em Critérios de Inclusão (CI) e Critérios de Exclusão (CE) e busca analisar os títulos e os *abstracts* dos artigos retornados no passo anterior.

### **Esquematização das Classificações (*Keywording using Abstracts*)**

O momento de esquematização das classificações dos artigos é a etapa na qual se busca por palavras-chave ou conceitos que reflitam a contribuição das produções científicas para o entendimento do problema de pesquisa, nessa fase há o entendimento do contexto da pesquisa e é gerado um esquema de classificação para todos os artigos presentes no mapeamento. Vale lembrar que, caso a contribuição do artigo para o problema de pesquisa não seja satisfatória apenas com a leitura do *abstract*, ainda pode-se buscar nas sessões de Introdução ou Conclusão do artigo.

### **Extração de Dados e Mapeamento (*Data extraction and Mapping Process*)**

Durante o processo de extração dos dados, o esquema de classificação permanece em evolução, ou seja, caso entenda-se que uma nova categoria deva ser criada ou que uma categoria já existente deva dar lugar a uma nova, ou que deva ser dividida em subcategorias, esse procedimento pode ser feito.

É nesse passo em que as categorias esquematizadas são populadas de acordo com a frequência em que aparecem nos artigos selecionados e a partir dessa extração de dados é que é feito o processo de mapeamento no qual buscamos transformar os dados obtidos em representações gráficas, que serão apresentadas na seção de resultados deste trabalho.

## 4. Resultados

Nesta seção, serão descritos os resultados de cada passo do processo do mapeamento sistemático da literatura e serão identificadas as principais abordagens éticas utilizadas para lidar com o problema de acidentes em veículos autônomos.

### Estruturação do Escopo da Pesquisa (*Definition of Research Question*)

Neste passo é definido o problema de pesquisa, que pode ser resumido pela pergunta: “Quais são as abordagens éticas adotadas no tratamento das decisões em acidentes envolvendo veículos autônomos?”

Entende-se que esta é uma pergunta-chave tanto para a sociedade como para a indústria automobilística pela sua relevância e que o entendimento desta questão poderá guiar a implementação dessa tecnologia futuramente.

### Condução da Busca (*Conduct Search*)

Definem-se as plataformas nas quais serão buscadas as produções científicas, bem como a forma que será conduzida a pesquisa nesses repositórios.

Foi estipulado que quatro plataformas de pesquisa de artigos científicos seriam o suficiente para obtenção do material suficiente para um MSL que fornecesse uma visão coerente acerca do problema de pesquisa, por serem bases de dados prestigiadas nas quais são publicados artigos relevantes, são elas:

- ACM Digital Library
- IEEE Xplore
- Science Direct
- SpringerLink

Após a definição dos bancos de dados que seriam utilizados, estipulou-se a forma como seria conduzida a pesquisa, decidiu-se por utilizar uma *string* de busca aplicadas no período de 2019 a 2022, para trazer artigos mais bem relacionados e atualizados ao nosso problema de pesquisa, facilitando assim o processo de triagem dos artigos. A *string* utilizada foi a seguinte:

*(autonomous OR self-driving) AND (car OR vehicle) AND (ethics OR ethical) AND (survey OR review).*

Após a aplicação deste filtro, foram retornadas as seguintes quantidades de artigos, por repositório, descritas na Tabela 1.

**Tabela 1. Artigos resultantes da condução da busca.**

ACM Digital Library	IEEE Xplore	Science Direct	SpringerLink	TOTAL
1169	3	4679	3131	8982

### Triagem do Material (*Screening of Papers*)

Após a condução da busca nos repositórios percebeu-se que muitas vezes os artigos retornados não possuíam um foco no tratamento das questões éticas ou só tangenciavam sem profundidade nosso tema da pesquisa. Portanto, foi estabelecido que

apenas as produções que se dispuseram a tratar o assunto com determinada relevância estariam presentes no mapeamento. Para tornar o processo de análise dos artigos retornados viável, decidiu-se por adotar os seguintes critérios de inclusão:

#### **Critérios de Inclusão:**

- 1. Regra prática de adicionar somente até os primeiros 50 artigos retornados por cada repositório.
- 2. Incluir somente artigos gratuitos ou artigos pagos que conseguimos acesso via portal CAPES.

Após o Critério de Inclusão 1, foram incluídos 153 artigos e, após o Critério de Inclusão 2, ficamos com 115 artigos.

#### **Critérios de Exclusão:**

Mesmo que a *string* de busca contenha os termos “*Car*” e “*Vehicle*”, parte dos resultados mesclava a abordagem aos dilemas éticos enfrentados pela Inteligência Artificial em outros dispositivos (casas inteligentes, equipamentos militares etc.).

Além disso, artigos que não debatiam o problema de tomada de decisão de veículos autônomos em situações de risco, também foram descartados.

Como último critério, as revisões sistemáticas foram excluídas por não serem artigos primários.

Abaixo a lista de critérios de exclusão adotados:

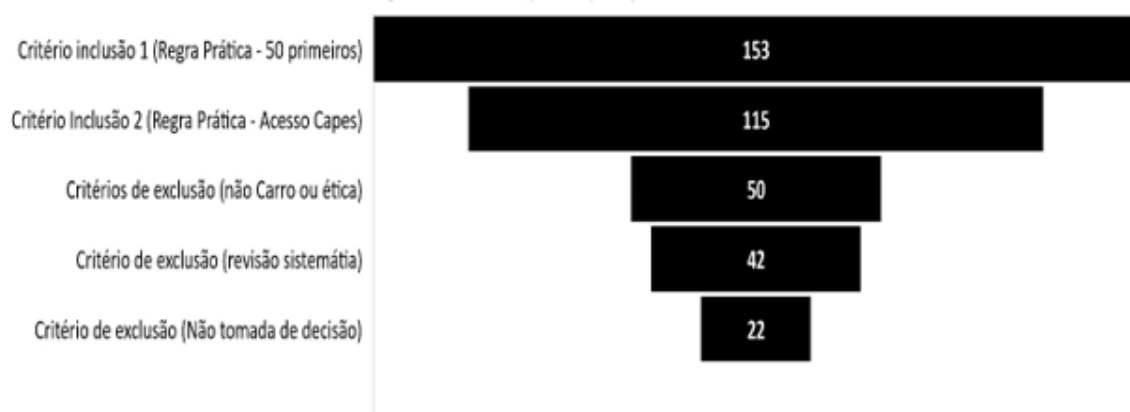
- Artigos não relacionados à ética ou carros autônomos;
- Artigos que não debatem o problema da tomada de decisão;
- Revisões sistemáticas da literatura;

Importante mencionar, que de forma diferente dos critérios de inclusão, os critérios de exclusão são aplicados de uma só vez, todos ao mesmo tempo.

Após a aplicação dos critérios de exclusão foram removidos 93 artigos, sendo 65 por não serem relacionados à ética ou carros autônomos, 20 por não debaterem a tomada de decisões em situações de risco e 8 por serem revisões sistemáticas.

Em decorrência destes critérios, restaram 22 artigos ao final do processo, conforme a Figura 3.





**Figura 3. Artigos resultantes após a aplicação de cada critério.**

**Fonte: Própria.**

### **Esquematização das Classificações (*Keywording using Abstracts*)**

Nessa pesquisa, foram identificadas as seguintes palavras-chave, que são intimamente relacionadas à pergunta original: *Randomization attitudes, Utilitarianism, Stochastic, Risk management, Social welfare functions, Trolley problem, Cross-cultural comparison, Altruism, Non-determinist, Deontologist, Model-to-decision, Nonlinear collision model, Logistic regression, Algorithms, Idealism, Relativism, Real-time data analytics, Regulation, Crash algorithms, Random selection, Moral machine project, Liability and regulations, Risk technology, Motion planning, Guidelines, Legislation, Valence Theory, Computational approach, Politics and political normativity, Model checking.*

Decorrente da identificação dessas palavras-chave, foi possível identificar 3 facetas que abordam conceitos inerentes à pergunta contida na Estruturação do escopo da pesquisa, comprovando que os artigos resultantes do processo de mapeamento formam realmente uma base de dados coesa e coerente.

A primeira faceta identificada é a Técnica, que aborda diversos aspectos tecnológicos e algoritmos. A segunda faceta identificada foi a Regulatória, que retrata aspectos legais e diretrizes. A terceira e última faceta é a Filosófica, que contém diferentes abordagens éticas.

As palavras-chave relacionadas com as diferentes facetas são as seguintes:

- **Técnica:** *Randomization attitudes, Stochastic, Risk management, Social welfare functions, Nonlinear collision model, Model-to-decision, Logistic regression, Algorithms, Real-time data analytics, Crash Algorithms, Random selection, Moral machine project, Risk technology, Motion planning, Computational approach, Model checking.*
- **Regulatória:** *Cross cultural comparison, Regulation, Liability and regulations, Guidelines, Legislation, Politics and political normativity.*

- **Filosófica:** *Trolley problem, Utilitarianism, Altruism, Non-determinist, Deontologist, Idealism, Relativism, Valence Theory.*

Ao fim deste passo, foi possível notar que os artigos resultantes de todo processo estão relacionados com nossa busca e estão relacionados entre si, validando assim todo o processo até aqui.

### **Extração de Dados e Mapeamento (*Data extraction and Mapping Process*)**

Em decorrência dos processos realizados até o momento, chegou-se ao seguinte mapeamento:

22 artigos selecionados, 30 palavras-chave e 3 facetas, que se relacionam conforme as tabelas 2 e 3 abaixo:

**Tabela 2. Quantidade de palavras-chave por faceta**

Facetas	Palavras-chave
Filosófica	8
Regulatória	6
Técnica	16

**Tabela 3. Palavras-chave por faceta**

Artigos	Palavras-chave	Filosófica	Técnica	Regulatória
Bodenschatz et. al 2021	Randomization attitudes, Utilitarianism	Utilitarianism	Randomizaton attitudes	
Ebina e Kinjo 2021	Social welfare functions, Trolley problem	Trolley problem	Social walfare functions	
Evans 2020	Valence Theory, Computational approach	Valence Theory	Computational approach	
Faulhaber et. al 2019	Utilitarianism, Guidelines	Utilitarianism		Guidelines
Furey et. al 2020	Moral machine project, Trolley problem	Trolley problem	Moral machine project	
Gantsho 2021	Random selection, Trolley problem	Trolley problem	Random Selection	
Geisslinger 2021	Trolley problem, Motion planning	Trolley problem	Motion planning	

<b>Artigos</b>	<b>Palavras-chave</b>	<b>Filosófica</b>	<b>Técnica</b>	<b>Regulatória</b>
Gentzel 2019	Legislation, Trolley problem	Trolley problem		Legislation
Gill 2021	Trolley problem, Risk technology	Ethical dilemma	Risk technology	
Hussain e Zeadally 2019	Real-time data analytics, Trolley problem	Trolley problem	Real-time data analytics	
Krügel e Uhl 2022	Stochastic, Trolley problem, Risk management	Trolley problem	Stochastic, Risk management	
Lacroix 2022	Trolley problem	Trolley problem		
Lawlor 2021	Trolley problem	Trolley problem		
Lundgren 2020	Trolley problem	Trolley problem		
Othman 2021	Liability and regulations, Trolley problem	Trolley problem		Liability and regulations
Pickering et. al 2019	Model-to-decision, Utilitarianism, Nonlinear collision model	Utilitarianism	Model-to-decision, Nonlinear collision model,	
Pölzler 2021	Relativism	Relativism		
Rhim e Lee 2020	Cross-cultural comparison, Altruism, Non-determinist, Deontologist	Altruism, Non-determinist, Deontologist		Cross-cultural comparison
Rodríguez Alcázar et. al 2020	Trolley problem, Politics and political normativity, Regulation	Trolley problem		Politics and political normativity, Regulation
Schäffner 2020	Regulation, Crash algorithms, Trolley problem	Trolley problem	Crash algorithms	Regulation
Shea Blymyer e Abbas 2021	Utilitarianism, Model checking	Utilitarianism	Model checking	
Smith 2019	Logistic regression, Algorithms, Idealism, Relativism	Idealism, Relativism	Logistic regression, Algorithms	

Voltando a questão inicial definida na Estruturação do escopo da pesquisa, buscava-se extrair as abordagens éticas presentes na faceta Filosófica, identificadas através das palavras-chave. Note que um mesmo artigo pode fazer o uso de mais de uma abordagem. Essas abordagens e a frequência com que aparecem nos artigos são descritas na Tabela 4.

**Tabela 4. Presença das abordagens em artigos**

<b>Abordagem Teórica</b>	<b>Presença em artigos</b>	<b>Frequência</b>
Problema do bonde	14	63,6%
Utilitarismo	4	18,2%
Relativismo	2	9,1%
Altruísmo	1	4,50%
Deontologia	1	4,50%
Idealismo	1	4,50%
Não-determinismo	1	4,50%
Teoria da Valência	1	4,50%

É possível notar a partir da Tabela 4 que de longe o Problema do bonde é a abordagem preferida, nota-se também que o Utilitarismo e Relativismo também são bastante consideradas na literatura.

## 5. Conclusões

Neste trabalho foi proposta a identificação das abordagens éticas que os projetistas de carros autônomos adotam no processo de tomada de decisões destes veículos em situações de acidentes iminentes. Através da realização de um mapeamento sistemático, adotando o método descrito por Petersen, foi possível identificar com sucesso as abordagens: Problema do bonde, Utilitarismo, Relativismo, Deontologia, Idealismo, Não-determinismo e Teoria da Valência, assim como a frequência com que cada uma delas vem sendo adotada, podendo-se notar uma clara preferência pela abordagem conhecida como Problema do bonde, presente em mais de 60% dos artigos remanescentes.

Como continuação do estudo, pode-se explorar os aspectos legais relacionados a possíveis acidentes envolvendo veículos autônomos e, além de elencar esses aspectos, pode-se também considerar se há uma relação entre esses aspectos legais e as abordagens éticas descritas no trabalho.

## 6. Referências

ALEXANDER, Larry; MOORE, Michael. **Deontological Ethics**. California: Metaphysics Research Lab, 2021. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/ethics-deontological/>. Acesso em: 10 maio 2022.

BAGHRAMIAN, Maria; CARTER, J. Adam. **Relativism**. California: Metaphysics Research Lab, 2022. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/relativism/>. Acesso em: 10 maio 2022.

BODENSCHATZ, Anja; UHL, Matthias; WALKOWITZ, Gari. Autonomous systems in ethical dilemmas: attitudes toward randomization. **Computers In Human Behavior**

- Reports**, [S.L.], v. 4, p. 100145, ago. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chbr.2021.100145>.
- CLARKE, Randolph; CAPES, Justin; SWENSON, Philip. **Incompatibilist (Nondeterministic) Theories of Free Will**. California: Metaphysics Research Lab, 2021. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/incompatibilism-theories/>. Acesso em: 10 maio 2022.
- COOPER, I. Diane. What is a “mapping study?”. **Journal Of The Medical Library Association: JMLA**, [S.L.], v. 104, n. 1, p. 76-78, jan. 2016. University Library System, University of Pittsburgh. <http://dx.doi.org/10.3163/1536-5050.104.1.013>.
- DRIVER, Julia. **The History of Utilitarianism**. California: Metaphysics Research Lab, 2014. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/utilitarianism-history/>. Acesso em: 10 maio 2022.
- EBINA, Takeshi; KINJO, Keita. Approaching the social dilemma of autonomous vehicles with a general social welfare function. **Engineering Applications Of Artificial Intelligence**, [S.L.], v. 104, p. 104390, set. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.engappai.2021.104390>.
- ENGELKING, Carl. The 'Driverless' Car Era Began More Than 90 Years Ago. **Discover**, 2017. Disponível em: <https://www.discovermagazine.com/technology/the-driverless-car-era-began-more-than-90-years-ago>. Acesso em: 10 maio 2022.
- EVANS, Katherine; MOURA, Nelson de; CHAUVIER, Stéphane; CHATILA, Raja; DOGAN, Ebru. Ethical Decision Making in Autonomous Vehicles: the av ethics project. **Science And Engineering Ethics**, [S.L.], v. 26, n. 6, p. 3285-3312, 13 out. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11948-020-00272-8>.
- FAULHABER, Anja K. et al. Human Decisions in Moral Dilemmas are Largely Described by Utilitarianism: virtual car driving study provides guidelines for autonomous driving vehicles. **Science And Engineering Ethics**, [S.L.], v. 25, n. 2, p. 399-418, 22 jan. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11948-018-0020-x>.
- FUREY, Heidi; HILL, Scott. MIT's moral machine project is a psychological roadblock to self-driving cars. **Ai And Ethics**, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 151-155, 6 out. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s43681-020-00018-z>.
- GANTSHO, Luvuyo. God does not play dice but self-driving cars should. **Ai And Ethics**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 177-184, 8 set. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s43681-021-00088-7>.
- GEISLINGER, Maximilian; POSZLER, Franziska; BETZ, Johannes; LÜTGE, Christoph; LIENKAMP, Markus. Autonomous Driving Ethics: from trolley problem to ethics of risk. **Philosophy & Technology**, [S.L.], v. 34, n. 4, p. 1033-1055, 12 abr. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s13347-021-00449-4>.
- GENTZEL, Michael. Classical Liberalism, Discrimination, and the Problem of Autonomous Cars. **Science And Engineering Ethics**, [S.L.], v. 26, n. 2, p. 931-946,

- 12 nov. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11948-019-00155-7>.
- GILL, Tripat. Ethical dilemmas are really important to potential adopters of autonomous vehicles. **Ethics And Information Technology**, [S.L.], v. 23, n. 4, p. 657-673, 2 jul. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10676-021-09605-y>.
- GUYER, Paul; HORSTMANN, Rolf-Peter. **Idealism**. California: Metaphysics Research Lab, 2022. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/idealism/#Kant>. Acesso em: 10 maio 2022.
- HUSSAIN, Rasheed; ZEADALLY, Sherali. Autonomous Cars: research results, issues, and future challenges. **Ieee Communications Surveys & Tutorials**, [S.L.], v. 21, n. 2, p. 1275-1313, 2019. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/comst.2018.2869360>.
- KRAUT, Richard. **Altruism**. California: Metaphysics Research Lab, 2020. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/altruism/>. Acesso em: 10 maio 2022.
- KRÜGEL, Sebastian; UHL, Matthias. Autonomous vehicles and moral judgments under risk. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [S.L.], v. 155, p. 1-10, jan. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2021.10.016>.
- LACROIX, Travis. Moral dilemmas for moral machines. **Ai And Ethics**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 2-10, 8 mar. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s43681-022-00134-y>.
- LAWLOR, Rob. The Ethics of Automated Vehicles: why self-driving cars should not swerve in dilemma cases. **Res Publica**, [S.L.], v. 28, n. 1, p. 193-216, 6 jul. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11158-021-09519-y>.
- LUNDGREN, Björn. Safety requirements vs. crashing ethically: what matters most for policies on autonomous vehicles. **Ai & Society**, [S.L.], v. 36, n. 2, p. 405-415, 6 abr. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00146-020-00964-6>.
- MADDOX, Teena. How autonomous vehicles could save over 350K lives in the US and millions worldwide. **ZDNet**, 2018. Disponível em: <https://www.zdnet.com/article/how-autonomous-vehicles-could-save-over-350k-lives-in-the-us-and-millions-worldwide/>. Acesso em: 08 maio 2022.
- MANCUZO, Ronnie. Carros autônomos: confira o guia completo sobre o assunto!. **Olhar Digital**, 2022. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2022/04/05/carros-e-tecnologia/carros-autonomos/>. Acesso em: 10 maio 2022.
- MENEZES, Pedro. "Ética aristotélica"; **Toda Matéria**. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/etica-aristotelica/>. Acesso em 11 de maio de 2022.
- OTHMAN, Kareem. Public acceptance and perception of autonomous vehicles: a comprehensive review. **Ai And Ethics**, [S.L.], v. 1, n. 3, p. 355-387, 26 fev. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s43681-021-00041-8>.

- PETERSEN, Kai; FELDT, Robert; MUJTABA, Shahid; MATTSON, Michael. **Systematic Mapping Studies in Software Engineering**. EASE'08: Proc. of the 12th. Intl. Conf. on Evaluation and Assessment in Software Engineering, June 2008, p. 68-77, 2008.
- PICKERING, James E.; PODSIADLY, Mateusz; BURNHAM, Keith J.. A Model-to-Decision Approach for the Autonomous Vehicle (AV) Ethical Dilemma: av collision with a barrier/pedestrian(s). **Ifac-Papersonline**, [S.L.], v. 52, n. 8, p. 257-264, 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.08.080>.
- PÖLZLER, Thomas. The Relativistic Car: applying metaethics to the debate about self-driving vehicles. **Ethical Theory And Moral Practice**, [S.L.], v. 24, n. 3, p. 833-850, 22 maio 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10677-021-10190-8>.
- PORFÍRIO, Francisco. "O que é ética?"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/o-que-e-sociologia/o-que-e-etica.htm>. Acesso em 10 de maio de 2022.
- RHIM, Jimin; LEE, Gi-Bbeum; LEE, Ji-Hyun. Human moral reasoning types in autonomous vehicle moral dilemma: a cross-cultural comparison of korea and canada. **Computers In Human Behavior**, [S.L.], v. 102, p. 39-56, jan. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2019.08.010>.
- RIBBE, Felipe. Como será (em teoria) o futuro com carros autônomos. **Medium**, 2018. Disponível em: <https://medium.com/renova-inova/como-ser%C3%A1-em-teoria-o-futuro-com-carros-aut%C3%B4nomos-7aa8d2505ed0>. Acesso em: 17 abril 2022.
- RODRIGUES, Leonardo Cavaleiro. FUNDAMENTOS, TECNOLOGIAS E APLICAÇÕES DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS. 2017. 83 f. TCC (Graduação) - **Curso de Engenharia Eletrônica**, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017. Disponível em: [http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/16201/2/PG\\_COELE\\_2017\\_2\\_19.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/16201/2/PG_COELE_2017_2_19.pdf). Acesso em: 10 maio 2022.
- RODRÍGUEZ-ALCÁZAR, Javier; BERMEJO-LUQUE, Lilian; MOLINA-PÉREZ, Alberto. Do Automated Vehicles Face Moral Dilemmas? A Plea for a Political Approach. **Philosophy & Technology**, [S.L.], v. 34, n. 4, p. 811-832, 25 out. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s13347-020-00432-5>.
- SALAMA, M.; BAHSOON, R.; BENCOMO, N.. Managing Trade-Offs in Adaptable Software Architectures. Burlington: **Morgan Kaufmann**, 2016. 396 p. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128028551000113#!>. Acesso em: 10 maio 2022.
- SCHÄFFNER, Vanessa. Between Real World and Thought Experiment: framing moral decision-making in self-driving car dilemmas. **Humanistic Management Journal**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 249-272, 23 nov. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s41463-020-00101-x>.
- SHEA-BLYMYER, Colin; ABBAS, Houssam. Algorithmic Ethics: Formalization and Verification of Autonomous Vehicle Obligations. **Acm Transactions On Cyber-**

**Physical Systems**, Oregon, v. 1, n. 1, p. 2-24, jan. 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2105.02851>. Acesso em: 04 abr. 2022.

SINGH, Santokh. Critical reasons for crashes investigated in the National Motor Vehicle Crash Causation Survey. **Traffic Safety Facts Crash Stats**. Washington, Dc, p. 1-2. fev. 2015. Disponível em: <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/Publication/812506>. Acesso em: 08 maio 2022.

SMITH, Brent. Personality facets and ethics positions as directives for self-driving vehicles. **Technology In Society**, [S.L.], v. 57, p. 115-124, maio 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.12.006>.

WOOLARD, Fiona; HOWARD-SNYDER, Frances. **Doing vs. Allowing Harm**. California: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2021. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/doing-allowing/#TrolProb>. Acesso em: 10 maio 2022.