

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Diogo Eidt Fonseca

**EXPLORANDO A ACEITAÇÃO DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS NO CONTEXTO
BRASILEIRO: ESTUDO DE CASO DE PORTO ALEGRE**

Porto Alegre
2021

DIOGO EIDT FONSECA

**EXPLORANDO A ACEITAÇÃO DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS NO CONTEXTO
BRASILEIRO: ESTUDO DE CASO DE PORTO ALEGRE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de
Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia
Da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos
Requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientadora: Ana Margarita Larranaga Uriarte

Porto Alegre
2021

DIOGO EIDT FONSECA

**EXPLORANDO A ACEITAÇÃO DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS NO CONTEXTO
BRASILEIRO: ESTUDO DE CASO DE PORTO ALEGRE**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pela Professora Orientadora e pela Comissão de graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, Maio de 2021

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Ana Margarita Larranaga Uriarte (UFRGS)
Dra. Pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

Prof^ª. Letícia Dexheimer (UFPEL)
Dra. Pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Engenheira Civil

Eng^ª. Bárbara Jansson (UFRGS)
Engenheira Civil
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Países dos artigos analisados.....	10
Figura 2: Hierarquização dos fatores que influenciam na utilização de VAs	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Níveis de automação definidos pelo padrão SAE J3016	11
Tabela 2: Roteiro de questões.....	13
Tabela 3: Caracterização da amostra	13
Tabela 4: Fatores citados pelos entrevistados que influenciam suas avaliações sobre VAs	16

LISTA DE ABREVIATURAS

VAs – Veículos autônomos

SAE – Sociedade de Engenheiros Automotivos (Society of Automotive Engineers)

NHTSA - Administração Nacional de Segurança de Tráfego das Rodovias (National Highway Traffic Safety Administration)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO	9
3. METODOLOGIA.....	12
4. DETALHAMENTO DAS ENTREVISTAS	13
5. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	15
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

EXPLORANDO A ACEITAÇÃO DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS NO CONTEXTO BRASILEIRO: ESTUDO DE CASO DE PORTO ALEGRE

Diogo Eidt Fonseca
Ana Margarita Larranaga
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Engenharia

RESUMO

Este artigo apresenta uma pesquisa desenvolvida com o objetivo de entender a aceitação dos consumidores brasileiros em relação a Veículos Autônomos. Para o desenvolvimento do trabalho, foi realizada uma revisão sistemática da literatura, que demonstrou uma escassez de publicações brasileiras sobre o tema, seguida da utilização da técnica de entrevistas individuais, que permitiu coletar opiniões e percepções de diferentes grupos de usuários, segmentados por idade, gênero, posse de veículo e escolaridade. Os fatores identificados foram classificados e hierarquizados conforme a frequência e intensidade das manifestações dos respondentes. A hierarquização permitiu identificar os fatores e seus diferentes níveis de influência na percepção dos entrevistados, permitindo classificá-los em essenciais ou facilitadores. Os resultados obtidos permitem concluir que os fatores essenciais são segurança e custo, mas também existem fatores facilitadores, como conforto e praticidade. É fundamental a implementação de ações para informar usuários sobre investimentos e custos desta tecnologia.

ABSTRACT

This article aims to understand the acceptance of Brazilian consumers in relation to Autonomous Vehicles. For the development of the work, a systematic review of the literature was carried out, which demonstrated a scarcity of Brazilian publications on the subject, followed by the use of individual interviews, which allowed to collect the opinions and perceptions of different groups of users, segmented by age, gender, vehicle ownership, and education. The identified factors were classified and ranked according to the frequency and intensity of the respondents' manifestations. The ranking allowed to identify the factors and their different influence levels on the perception of the interviewees, allowing them to be classified as essential or facilitators. The results obtained allow us to conclude that the essential factors are safety and cost, but there are also facilitating factors, such as comfort and practicality. It is essential to implement actions to inform users about the investments and costs of this technology.

1. INTRODUÇÃO

Entre diversos benefícios decorrentes do constante avanço tecnológico nos diversos campos da engenharia, podemos destacar o desenvolvimento de veículos autônomos (VAs) como uma das mais promissoras tecnologias, com potencial para produzir imensos impactos no futuro da indústria automotiva, atraindo assim grande atenção para si. VAs possuem tecnologias que os tornam capazes de controlar o veículo com maior precisão e habilidade que humanos, e através da combinação de diversos *softwares* e sensores, tornam possível o transporte entre dois locais sem a necessidade de intervenção humana. Além disso, também possuem potenciais benefícios indiretos, como maior acessibilidade a usuários não-motoristas, redução de custos de viagens, redução de emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa, redução de congestionamentos e de espaços para estacionamentos, e também uma melhora na segurança das rodovias (Anderson *et al.*, 2014).

Embora haja grande potencial para inúmeros benefícios, existem também diversos obstáculos no seu desenvolvimento, como incertezas quanto à tecnologia, aceitação do público, responsabilidades e também problemas de privacidade (Walker e Marchau, 2017). Uma importante pré-condição para a adoção de novas tecnologias é a aceitação do público, uma vez que há uma ligação direta entre esta e a demanda pela tecnologia em si, além de políticas governamentais e investimentos em infraestruturas (Howard e Dai, 2014).

VAs possuem recursos como sensores de localização e aproximação, câmeras frontais e

traseiras, GPS, radar e outros, que os permitem enxergar o ambiente ao seu redor, tornando possível a realização de viagens sem necessidade de qualquer intervenção humana quando em seus maiores níveis de automação. A Sociedade de Engenheiros Automotivos (SAE International), uma associação global de engenheiros e especialistas na área da engenharia de automação, possui um padrão próprio para a definição de níveis de automação, sendo a referência mais citada e também adotada pela Administração Nacional de Segurança de Tráfego das Rodovias (NHTSA), dos Estados Unidos.

Estudos sobre o tema são escassos na literatura e realidade brasileira. Conseqüentemente, não é conhecido o nível de aceitação desta tecnologia por parte dos usuários brasileiros de automóveis, nem os principais fatores que podem influenciar nesse interesse e sua adoção. Considerando o contexto brasileiro, entender as atitudes dos consumidores em relação a VAs é uma necessidade para o correto desenvolvimento e implantação desta tecnologia no país, para assim chegar em um entendimento que poderá ser usado para o planejamento e implantação deste conceito no futuro.

Este artigo busca entender a aceitação dos consumidores brasileiros em relação a VAs, analisando benefícios, preocupações e barreiras em relação à aceitação da tecnologia. Para isso, foi realizada uma pesquisa qualitativa em Porto Alegre, através de entrevistas individuais, de forma a explorar as opiniões dos possíveis usuários de VAs no futuro. Os resultados encontrados podem contribuir para o desenvolvimento de políticas apropriadas para o planejamento de VAs no contexto brasileiro, diminuindo a escassez deste tipo de estudo na literatura brasileira.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Através do website Science Direct e Scopus, realizou-se uma busca por artigos a partir dos termos “Autonomous Vehicles”, “Consumer Attitudes”, “Public Opinion” e “User Acceptance”. Estas palavras-chaves foram combinadas pelo operador booleano AND, resultando em um total de 231 artigos encontrados. Embora os resultados incluam artigos desde 2006, somente a partir de 2013 havia trabalhos pertinentes ao tema abordado nesta pesquisa. Após uma fase de triagem por análise de títulos e abstracts, onde artigos que não contribuíam para este estudo foram descartados juntamente com artigos duplicados, restaram 23 estudos, dos quais 16 possuíam contribuições significativas para com os objetivos desta revisão de literatura.

Com a utilização do *software* VOSviewer, foi possível representar graficamente os países nos quais as pesquisas foram realizadas e também citadas. O resultado está apresentado na Figura 1. Observa-se que o *software*, através de linhas, também conectou os países de acordo com as citações que cada trabalho possuía, e seu respectivo país, agrupando-os por cores. Notam-se duas fortes ligações entre Reino Unido/Alemanha, e Alemanha/Austrália, seguidas por ligações entre Reino Unido/China, Estados Unidos/Reino Unido e Estados Unidos/China. Destaca-se que não há países da América Latina identificados na figura, demonstrando o baixo número de estudos realizados na região, que inclui o Brasil.

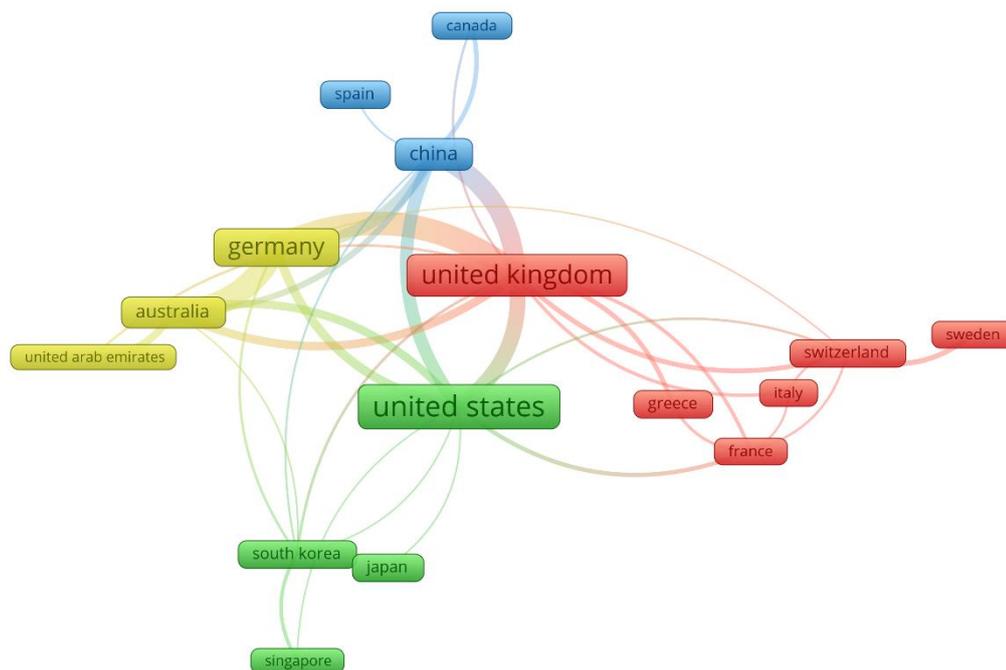


Figura 1: Países dos artigos analisados

Como foi observado na Figura 1, existem diversos estudos internacionais relacionados a VAs, mas infelizmente poucos estudos nacionais nesta área, restringindo uma maior aproximação entre a literatura existente e o contexto brasileiro. Em geral, os estudos internacionais relevantes para este artigo abordaram o quanto VAs são aceitos pelo público, além dos fatores que afetam as atitudes dos consumidores em relação a VAs, quantificando benefícios e riscos da tecnologia.

De acordo com o padrão J3016 da SAE International, há seis diferentes níveis de automação possíveis em um veículo, variando desde o nível 0 para veículos sem automação, até nível 5 para veículos com automação total (Kappler, 2020). A classificação de um veículo depende principalmente da atenção e intervenção necessária por parte do motorista para a sua operação, e são descritas como:

- Nível 0 – Nenhuma automação: Todas as tarefas de condução são executadas pelo motorista, sem qualquer auxílio ou recurso automatizado;
- Nível 1 – Assistência ao motorista: Há alguns recursos de assistência, como controle de velocidade de cruzeiro, mas o veículo ainda é conduzido pelo motorista;
- Nível 2 – Automação parcial: Recursos relacionados à aceleração, desaceleração e condução são automatizados, mas requerem monitoramento constante do motorista;
- Nível 3 – Automação condicional: O veículo pode operar de forma autônoma, mas o motorista deve prestar atenção e estar pronto para reassumir o controle do veículo a qualquer momento durante o percurso, caso seja necessário;
- Nível 4 – Alta automação: O veículo tem capacidade de operar todas as funções necessárias de direção em ambientes propícios, sem necessidade de qualquer tipo de intervenção humana. Há também a opção de assumir o controle do veículo, caso o motorista deseje;

- Nível 5 – Automação total: O veículo pode operar em qualquer condição de estrada e clima de maneira completamente autônoma, com a figura do motorista sendo apenas opcional.

As diferentes características que definem o nível de automação do veículo, de acordo com o padrão J3016, estão sintetizadas na Tabela 1.

Tabela 1: Níveis de automação definidos pelo padrão SAE J3016

Nível SAE	Nome	Direção, aceleração e desaceleração	Monitoramento do ambiente de direção	Resposta em situações inesperadas	Opções de design operacional
<i>Motorista humano monitora a estrada</i>					
0	Sem automação	Motorista humano	Motorista humano	Motorista humano	Limitado
1	Assistência ao motorista	Mot. humano ou sistema aut.	Motorista humano	Motorista humano	Limitado
2	Automação parcial	Sistema automatizado	Motorista humano	Motorista humano	Limitado
<i>Sistema de direção automatizado monitora a estrada</i>					
3	Automação condicional	Sistema automatizado	Sistema automatizado	Motorista humano	Limitado
4	Alta automação	Sistema automatizado	Sistema automatizado	Sistema automatizado	Limitado
5	Automação total	Sistema automatizado	Sistema automatizado	Sistema automatizado	Ilimitado

Nos Estados Unidos, empresas como Amazon e Dominos já utilizam carros não-tripulados e com automação total para realizar entregas de bens a seus consumidores desde 2020, quando foram autorizados a operar. Outros países, como Alemanha, também estão começando este processo de introdução de carros autônomos em suas vias.

Kyriakidis, Happee, De Winter, (2015) e Schoettle e Sivak, (2014a) concluíram, entre diversos estudos realizados, que pessoas geralmente têm uma atitude positiva em relação a VAs, embora haja uma grande diferença de acordo com o país do entrevistado: Residentes de países desenvolvidos demonstraram maior preocupação com privacidade, enquanto residentes de países menos desenvolvidos possuíam opiniões mais positivas em geral, sem maiores preocupações. Ressalta-se que VAs também geram vasta informação sobre consumidores e suas viagens, e o nível de aceitação dos consumidores será influenciado pelo quanto as regulações protegem sua privacidade (Schoettle e Sivak, 2014a; 2014b).

Casley, Jardim e Quartulli (2013) identificaram seis fatores diretamente relacionados à aceitação de VAs: Segurança, custo, legislação, produtividade, eficiência e impacto ambiental. Concluíram que os primeiros três fatores resultavam em um impacto negativo na aceitação, sugerindo que um maior avanço tecnológico e mais regulações são necessários para uma maior

aceitação do público, enquanto os três últimos fatores tinham uma maior importância como aspectos positivos para os participantes. Em um estudo similar, Wu *et al.* (2019) e Zhang *et al.* (2019) concluíram que confiança, risco percebido e benefícios ambientais possuem um papel significativo na aceitação do público em relação a VAs.

Há também estudos que demonstraram que homens, indivíduos mais jovens, pessoas com alta educação, e residentes urbanos estão mais interessados em VAs, indicando o provável perfil esperado dos primeiros entusiastas de VAs quando a tecnologia estiver disponível em maior escala (Hardman *et al.*, 2019; Lavieri *et al.*, 2017; Nielsen e Haustein, 2018). Paralelamente, Bansal e Kockelman (2018) concluíram que pessoas que pagarão mais por VAs são motoristas experientes, pessoas com veículos com maiores distâncias percorridas, e jovens.

Em um dos poucos estudos nacionais sobre o caso, César Santos (2017) demonstrou que há dois principais fatores decisivos no interesse do uso de VAs: A confiança na tecnologia e o interesse no aumento de conforto. Ao mesmo tempo, aumento de segurança, economia de gastos, melhorias de infraestrutura e redução de tempos de viagem não foram valorizados pelos respondentes, indicando uma grande diferença entre o contexto brasileiro e o contexto internacional.

Howard e Dai (2014) concluíram que os aspectos mais atraentes dos VAs são os potenciais benefícios em segurança, conveniência e facilidades em geral. Porém, as pessoas tendem a se preocupar com custos, perda de controle do veículo e responsabilidades em eventuais acidentes, uma vez que o processo de determinar a responsabilidade entre motoristas, desenvolvedores de veículos e fabricantes poderá ser complexo e possivelmente um dos maiores desafios para a operação de VAs (Taeihagh e Lim, 2019). Embora VAs sejam mais seguros que veículos com motoristas humanos, particularmente quando fatigados ou intoxicados, há uma preocupação com a segurança devido ao *software*, tecnologia veicular e interações com outros usuários da estrada (Montoro *et al.*, 2019).

A revisão realizada aponta que características socioeconômicas dos usuários (idade, gênero, nível de escolaridade e posse de veículo particular), do ambiente (impacto ambiental, segurança e infraestrutura viária), da tecnologia (custo, eficiência, conveniência, segurança do veículo e tecnologia veicular) e também da regulação (legislação e implementação) influenciam no interesse à adoção de VAs.

3. METODOLOGIA

Os resultados apresentados neste trabalho foram obtidos através de um estudo qualitativo via entrevistas individuais, desenvolvido com o objetivo de investigar os fatores que influenciam na percepção do público em relação a VAs. A pesquisa qualitativa torna possível obter dados descritivos do objeto em estudo via contato direto e interativo com os entrevistados, sem se preocupar com representatividade numérica ou intensidade. Não obstante, a utilização da técnica de entrevistas individuais permite explorar o objeto de pesquisa em profundidade, levando em consideração os conhecimentos, opiniões, atitudes e sentimentos sobre um determinado tópico, auxiliando o entendimento de um dado fenômeno (Larrañaga *et al.*, 2009). Desta maneira, o pesquisador busca compreender os fenômenos estudados através da perspectiva dos participantes, para então situar suas próprias interpretações. Esta abordagem difere da pesquisa quantitativa quanto à forma de tratamento dos dados e apreensão da realidade, embora não sejam excludentes (Ariotti *et al.*, 2006).

As entrevistas foram realizadas entre Outubro de 2020 e Fevereiro de 2021. Nelas, utilizou-se um roteiro pré-estruturado para assegurar que os tópicos de interesse seriam cobertos, tornando possível obter dados que possibilitam realizar uma avaliação da percepção e do nível de aceitação dos entrevistados para com VAs. Cada entrevista foi dividida em três etapas. Na primeira etapa do roteiro, os entrevistados foram identificados conforme idade, gênero, posse de veículo particular e nível de escolaridade. A revisão bibliográfica indicou uma possível divergência de percepção em usuários com características socioeconômicas diferentes em outros contextos. Assim, a amostra foi estratificada em relação a essas características de forma a analisar a possível heterogeneidade na percepção dos respondentes. Em seguida, foram identificadas características de seus deslocamentos diários e nível de familiaridade com novas tecnologias. Finalmente, na última etapa da entrevista, foram realizadas as perguntas apresentadas na Tabela 2. Ressalta-se que as questões foram elaboradas para identificar e compreender o comportamento dos entrevistados em relação às características identificadas na revisão bibliográfica, e explorar outros fatores que possam ser relevantes no contexto local.

Tabela 2: Roteiro de questões

1. Qual é a sua familiaridade com tecnologias de automação de veículos?
2. Qual é o seu grau de confiança em tecnologias atuais e futuras de automação de veículos, e quais fatores o influenciam?
3. Quais as vantagens que esperas de uma possível transição para veículos autônomos, se comparado aos veículos atuais?
4. Quais as maiores preocupações que terias em uma possível transição para veículos autônomos no futuro, se comparado aos veículos atuais?
5. Quais os principais fatores que influenciam na sua decisão de possivelmente adquirir ou não um veículo autônomo no futuro?

A seleção dos entrevistados considerou quatro variáveis de estratificação: Escolaridade, gênero, faixa etária e posse de automóvel. As entrevistas foram distribuídas de maneira a obter um equilíbrio entre o número de entrevistados em cada estrato. A Tabela 3 apresenta a distribuição das 12 entrevistas realizadas, conforme as variáveis de estratificação.

Tabela 3: Caracterização da amostra

Sexo	Faixa Etária	Ensino superior incompleto		Ensino superior completo	
		Com carro	Sem carro	Com carro	Sem carro
Mulher	Jovem/Adulto	X		X	X
	Meia-idade/idoso	X	X	X	
Homem	Jovem/Adulto		X	X	X
	Meia-idade/idoso	X	X		X

As entrevistas foram gravadas para possibilitar um maior aproveitamento das declarações dos entrevistados, sendo também complementadas com anotações de informações consideradas importantes quando necessário.

4. DETALHAMENTO DAS ENTREVISTAS

Inicialmente, o assunto da entrevista foi introduzido através da leitura de um pequeno texto explicativo sobre VAs, relatando e explicando o desenvolvimento dos mesmos em diferentes países, além dos atuais níveis de automação existentes, e também o objetivo da pesquisa. O

entrevistado foi então avisado que suas respostas seriam gravadas e utilizadas para a elaboração deste trabalho, onde todos concordaram. Em alguns casos, os entrevistados demonstraram nervosismo ao serem gravados, sendo necessário complementar a entrevista com anotações após desligar o gravador, para assim obter dados mais completos e precisos.

Após a primeira etapa da entrevista, onde o objetivo era apenas entender as características de cada entrevistado, como escolaridade e posse de veículo, iniciou-se a segunda etapa. Nesta, buscou-se entender as rotinas e deslocamentos dos entrevistados, além do nível de interesse por tecnologias novas. Todos disseram acompanhar pelo menos moderadamente o desenvolvimento de novas tecnologias, enquanto nenhum entrevistado relatou não acompanhar o cenário tecnológico.

Em relação à primeira pergunta, cujo objetivo era entender sobre o nível de conhecimento do entrevistado acerca da automação de veículos, apenas três entrevistados relataram possuir algum conhecimento maior sobre as complexidades de veículos autônomos, enquanto os outros indicaram possuir pouco ou nenhum conhecimento à respeito, realizando comentários como “Só sei da invenção de um dos carros automáticos da Tesla. Sei que existe, mas não sei muitos detalhes sobre os níveis de automação”. Considerando que metade dos entrevistados possuem algum tipo de pós-graduação e todos relataram também acompanhar moderadamente ou diariamente o desenvolvimento de novas tecnologias, este é um resultado que pode indicar como este tipo de automação ainda é pouco mencionado na cultura brasileira, sendo um assunto considerado novo inclusive pelos entrevistados que se consideraram mais entusiastas por novas tecnologias. Ao mesmo tempo, três entrevistados que relataram possuir maior conhecimento sobre VAs demonstraram um conhecimento básico de funcionalidades de automação mais simples, como controle de velocidade de cruzeiro.

Ao realizar a segunda pergunta para identificar o grau de confiança e os fatores que os influenciam, os entrevistados se mostraram céticos quanto ao nível de segurança de operação dos veículos, mas relataram também que poderão confiar mais na tecnologia conforme seu avanço for se tornando mais evidente e mais comum em suas rotinas. Apenas um entrevistado relatou possuir alta confiança nos sistemas de automação, enquanto três indicaram confiar apenas em níveis moderados de automação, mas não em veículos completamente autônomos. Foi possível observar também que os mesmos entrevistados que, na primeira pergunta, relataram um nível menor de conhecimento acerca de VAs, também demonstraram um nível menor de confiança na tecnologia, enquanto os que alegaram deter mais conhecimento na pergunta anterior indicaram possuir um nível ao menos moderado de confiança nos sistemas de VAs. Entre os fatores que contribuem para a desconfiança na tecnologia, foram citados: (i) má qualidade do sistema rodoviário brasileiro; (ii) impossibilidade de um sistema de automação ser avançado o suficiente para lidar com possíveis situações críticas; (iii) medo de ataques externos ao sistema do VA; (iv) possíveis falhas de *software*; (v) altos custos de operação do sistema.

Na terceira pergunta, onde o objetivo era entender quais fatores poderiam levar os usuários a adotar VAs no futuro a partir das vantagens que esperam com uma possível transição, apenas um entrevistado não citou maior segurança a partir da diminuição de acidentes como um importante fator, enquanto a metade citou conforto como a principal vantagem esperada. Entre outros fatores frequentemente mencionados, estão os custos e uma melhoria no fluxo de trânsito, diminuindo o tempo de viagens e economizando também recursos, como combustível.

Foi possível observar também respostas mais curtas e diretas dos entrevistados nesta pergunta, como: “Que tenha total segurança. Menos acidentes. Diminuição do tráfego nas grandes cidades”. Também foi observado que os entrevistados que relataram possuir mais conhecimento sobre VAs na primeira pergunta foram os que providenciaram respostas mais detalhadas, citando mais vantagens, como: “Maior comodidade, redução de custos, maior segurança após a implementação total. Maior confiabilidade, menos estresse no trânsito, melhoria do fluxo e economia de tempo e combustíveis”.

Com a quarta pergunta, ao mencionar preocupações com uma transição entre os veículos atuais e VAs no futuro, a maioria dos entrevistados relataram preocupações com a capacidade do *software* e/ou da inteligência artificial de lidar apropriadamente com as diversas situações que podem ocorrer no trânsito, especialmente em situações críticas de risco de vida não só do usuário, mas também dos pedestres, citando quase exclusivamente segurança como a sua única e maior preocupação. Um número menor de entrevistados citou os altos custos de infraestrutura que seriam necessários para a tecnologia operar corretamente, e também a quantidade de problemas que poderiam acontecer devido ao período de operação e adaptação com carros manuais e autônomos nas mesmas vias operando simultaneamente. Um entrevistado citou a questão de empregos que seriam perdidos ao automatizar toda a frota de veículos do país, citando aplicativos de transporte e de tele-entrega, enquanto outro entrevistado relatou que sua maior preocupação é não poder confiar em um sistema totalmente autônomo, devido à possibilidade de ataques externos comprometerem o controle do veículo e causar acidentes.

A quinta pergunta foi elaborada para entender os principais fatores que influenciam na decisão dos entrevistados de possivelmente adquirirem ou não um veículo autônomo no futuro. Novamente, a segurança foi muito valorizada, mas não foi citada por todos os entrevistados, que consideraram custos de operação e manutenção como os principais fatores para a aquisição e utilização de VAs nas suas rotinas, demonstrando preocupação com a questão econômica da tecnologia. Dois entrevistados também citaram que apenas considerariam obter um VA após um período de testes de outros usuários, pois não confiam na segurança que esta tecnologia irá providenciar durante sua operação.

5. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Com a conclusão das entrevistas, organizou-se um banco de dados a partir da transcrição de todas as respostas obtidas, para assim analisar tendências e obter detalhes sobre o assunto abordado, principalmente a partir de uma análise mais minuciosa do que foi citado pelos entrevistados, identificando fatores e frequência de ocorrência.

De um total de 14 fatores mencionados, os principais foram referentes à segurança e custos, tanto em aspectos positivos quanto negativos. Estes fatores foram agrupados, conforme sua natureza, em quatro categorias: (i) fatores de segurança; (ii) fatores econômicos; (iii) fatores ergonômicos; (iv) fatores de bem-estar social. Os fatores de segurança estão relacionados à segurança dos VAs durante as viagens, e também durante o período de transição entre carros manuais e autônomos, além da confiança nos fabricantes. Os fatores econômicos referem-se aos custos de operação e aquisição de VAs, além das possíveis economias de tempo que a utilização destes veículos permitirá. Os fatores ergonômicos estão relacionados ao conforto e praticidade durante a operação dos VAs, além da possibilidade de utilização destes veículos em estradas não asfaltadas. Por último, os fatores de bem-estar social referem-se a características mais complexas, como impacto ambiental, infraestrutura necessária para o funcionamento de

VAs e melhorias do fluxo de tráfego. A Tabela 4 possui a distribuição dos fatores citados pelos entrevistados conforme sua classificação e frequência de ocorrência.

Tabela 4: Fatores citados pelos entrevistados que influenciam suas avaliações sobre VAs

Classificação	Fator	Frequência de ocorrência	
		Jovem/Adulto	Meia-idade/Idoso
Segurança	Segurança do usuário	Enfatizado por todos os entrevistados	Enfatizado por todos os entrevistados
	Confiança no fabricante	Enfatizado por mais da metade dos entrevistados	Enfatizado por menos da metade dos entrevistados
	Período de transição entre carros manuais e autônomos	Enfatizado por menos da metade dos entrevistados	Enfatizado por apenas um entrevistado
	Redução de acidentes	Enfatizado por todos os entrevistados	Enfatizado por todos os entrevistados
	Segurança dos pedestres	Enfatizado por metade dos entrevistados	Enfatizado por menos da metade dos entrevistados
Econômicos	Custo de operação	Enfatizado por todos os entrevistados	Enfatizado por todos os entrevistados
	Custo de aquisição	Enfatizado por todos os entrevistados	Enfatizado por todos os entrevistados
	Economia de tempo	Enfatizado por menos da metade dos entrevistados	Enfatizado por menos da metade dos entrevistados
Ergonômicos	Conforto durante a viagem	Enfatizado por menos da metade dos entrevistados	Enfatizado por mais da metade dos entrevistados
	Praticidade	Enfatizado por apenas um entrevistado	Enfatizado por menos da metade dos entrevistados
	Flexibilidade para estradas não asfaltadas	Não comentado	Enfatizado por menos da metade dos entrevistados
Bem-estar social	Impacto ambiental	Enfatizado por apenas um entrevistado	não comentado
	Infraestrutura necessária	Enfatizado por mais da metade dos entrevistados	Enfatizado por menos da metade dos entrevistados
	Melhoria do fluxo de tráfego	Enfatizado por menos da metade dos entrevistados	Enfatizado por menos da metade dos entrevistados

Notou-se que fatores de segurança e econômicos foram citados em pelo menos algum momento por todos os entrevistados. Paralelamente, entre os entrevistados que não possuem veículo particular e utilizam frequentemente transporte público, uma maior preocupação com o conforto

e custo de operação de VAs foi notado, enquanto entre os entrevistados que citaram conforto como um fator importante, apenas um possui veículo particular.

Entre os respondentes que mostraram maior entusiasmo com a possibilidade de uma transição para VAs no futuro, apenas os que citaram acompanhar diariamente o desenvolvimento de novas tecnologias disseram enxergar a segurança como um aspecto somente positivo. Os outros citaram aspectos tanto negativos quanto positivos relacionados à segurança, desde preocupação com falhas de *software* até redução de acidentes. Ressalta-se que nenhum entrevistado relatou não acompanhar o desenvolvimento de novas tecnologias.

Inicialmente foram analisadas possíveis diferenças de opiniões entre respondentes femininos e masculinos, porém não foram encontradas diferenças perceptíveis entre os dois sexos. Não obstante, apenas um entrevistado citou menor poluição ou qualquer tipo de preocupação ambiental como um fator determinante. Ao contrário de estudos realizados em outros países, nenhum entrevistado citou preocupações com legislação e proteção de dados privados.

Entre todos os fatores identificados nas entrevistas e relacionados na Tabela 4, foi possível observar níveis de intensidade diferentes com os quais foram mencionados. Desta maneira, podemos classificar estes fatores de acordo com a frequência e intensidade que foram mencionados pelos entrevistados (Larrañaga *et al.*, 2009). Assim, utilizando uma escala numérica para frequência (0, caso não seja mencionado, e 1, caso seja mencionado), e uma escala numérica para intensidade (1 até 3, de acordo com a importância dada pelo entrevistado a partir de adjetivos usados), podemos calcular a importância geral de cada fator através da Equação 1. O resultado está demonstrado na Figura 2.

$$I_k = \sum_E i_{E,k} * f_{E,k} \quad (1)$$

em que I: importância Geral;
k: fator;
E: entrevistado;
i: intensidade de manifestação;
f: frequência de manifestação.

Percebe-se que há um conjunto de quatro fatores cuja importância geral está significativamente acima dos demais: Segurança, custo de aquisição, redução de acidentes e custo de operação. Assim, podemos classificá-los como fatores essenciais, pois foram considerados com muito mais frequência e intensidade pelos entrevistados do que os outros fatores. Enquanto isso, os 10 fatores restantes são considerados como facilitadores, pois contribuem para a aceitação de VAs, mas não são considerados indispensáveis.

Estes resultados diferem dos resultados obtidos por César Santos (2017), onde os entrevistados priorizaram confiança e conforto como os fatores essenciais, não dando importância para os fatores considerados essenciais neste estudo. Concomitantemente, há um resultado semelhante ao obtido por Casley, Jardim e Quartulli (2013) e também por Howard e Dai (2014) onde os entrevistados relataram que segurança e custo eram fatores importantes em suas avaliações sobre VAs.

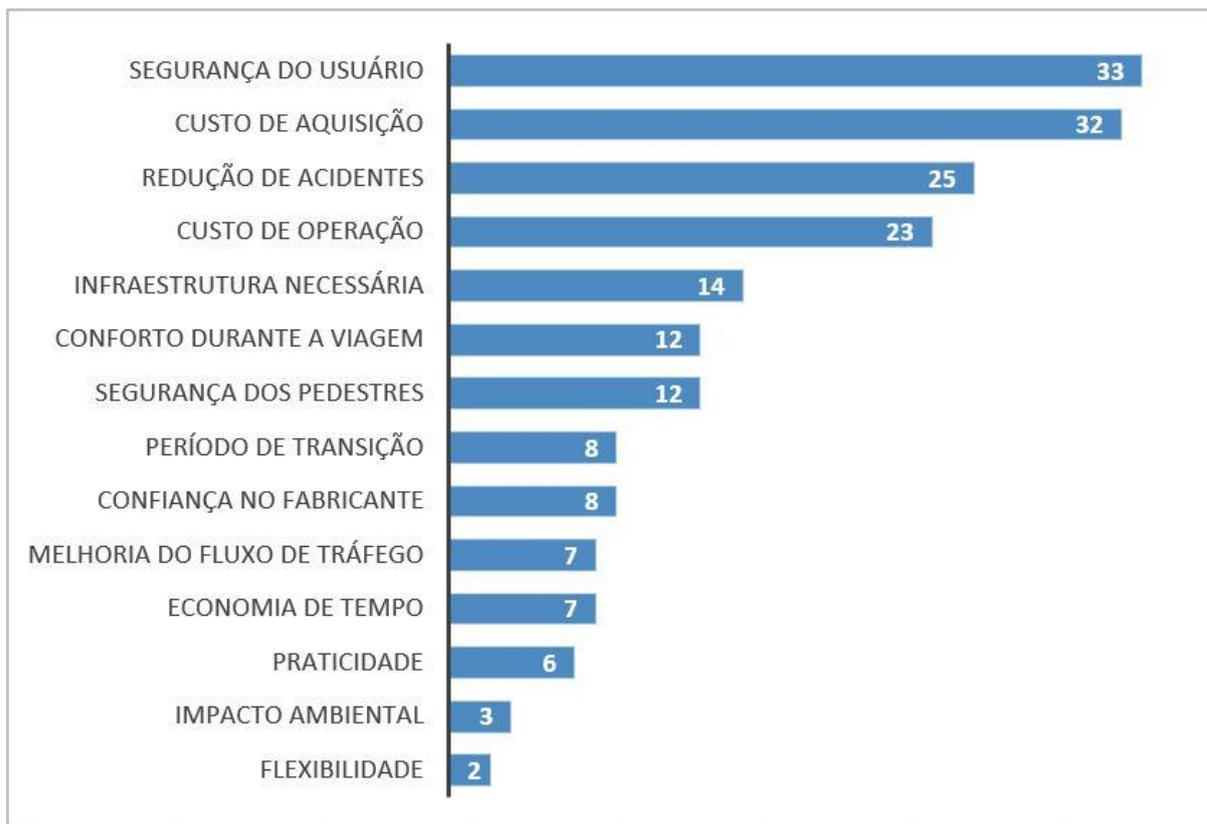


Figura 2: Hierarquização dos fatores que influenciam na utilização de VAs

Nota-se também que fatores como segurança e custo possuíram conotações tanto positivas quanto negativas durante as entrevistas: Houve respondentes que acreditavam em uma maior segurança ao utilizar veículos autônomos, enquanto outros relataram não acreditar que veículos autônomos possam vir a ser mais seguros que veículos operados por humanos. Além disso, custo também foi valorizado de maneiras positivas e negativas, pois enquanto muitos entrevistados consideravam em suas opiniões a economia de recursos e tempo que máquinas autônomas podem oferecer, outros mostravam-se preocupados com os altos custos de aquisição e operação que veículos autônomos podem possuir por conta da avançada tecnologia necessária para suas operações.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta uma análise de resultados de uma pesquisa qualitativa desenvolvida com o objetivo de entender a aceitação dos consumidores brasileiros em relação a VAs. Ao todo, foram identificados 14 fatores que influenciam suas opiniões. Após agrupar esses fatores em quatro grupos, notou-se que os citados com maior frequência foram: Segurança do usuário, custo de aquisição, redução de acidentes, e custo de operação.

De maneira geral, até mesmo os respondentes que relataram acompanhar moderadamente ou diariamente o desenvolvimento de novas tecnologias, conheciam apenas funcionamentos básicos de VAs, como controle de velocidade de cruzeiro. Isto pode ser uma consequência do elevado custo de aquisição e operação de automóveis no Brasil, onde até mesmo carros com níveis baixos de automação apresentam um alto custo de aquisição, o que acaba restringindo o acesso de tecnologias de automação mais avançadas.

Não obstante, notou-se também que todos os entrevistados demonstraram bastante interesse pelo assunto após a conclusão da entrevista. Considerando a tendência de adoção desta tecnologia em outros países, é importante investir na disseminação do conhecimento acerca de VAs no Brasil, pois atualmente este assunto é pouco explorado na academia Brasileira e pouco discutido entre até mesmo os usuários mais frequentes de automóveis.

Mesmo com uma extensa malha rodoviária, o Brasil possui uma infraestrutura precária, o que distancia a possibilidade da operação de veículos totalmente autônomos, já que estes necessitam de vias bem sinalizadas e iluminadas.

Destaca-se a importância dada pelos respondentes neste estudo aos quesitos que envolvem segurança e custo, demonstrando que um desenvolvimento de ações para informar os usuários sobre investimento e segurança deste tipo de veículo são fundamentais para a aceitação da tecnologia, além da implementação de medidas para assegurar que os valores envolvidos serão compatíveis com a realidade brasileira, que atualmente possui elevados custos para operação de veículos. Com isto em mente, é importante um planejamento prévio de alta qualidade caso exista a intenção de adotar a tecnologia de VAs, pois os investimentos necessários para adaptar e melhorar a infraestrutura serão de grande porte. Resultados obtidos neste trabalho podem fornecer importantes informações para eventuais pesquisas que visem a implementação de maiores níveis de automação de veículos no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, J. M., Nidhi, K., Stanley, K. D., Sorensen, P., Samaras, C., e Oluwatola, O. A. (2014) *Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers*. Rand Corporation.
- Ariotti, P.; Cybis, H.B.; Ribeiro, J.L.D. (2006) Fatores intervenientes no comportamento de pedestres em travessias semaforizadas: uma abordagem qualitativa. *Transporte em Transformação XX CNT/ANPET*, p.59-75, Brasília.
- Bansal, P., e Kockelman, K. M. (2018) Are we ready to embrace connected and self-driving vehicles? A case study of Texans. *Transportation*, 45(2), 641–675. doi:10.1007/s11116-016-9745-z
- Casley, S. V., Jardim, A. S., e Quartulli, A. M (2013) A Study of Public Acceptance of Autonomous Cars. *Worcester Polytechnic Institute: Worcester, MA, USA*.
- Hardman, S., Berliner, R., e Tal, G. (2019) Who will be the early adopters of automated vehicles? Insights from a survey of electric vehicle owners in the United States. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 71, 248–264. doi:10.1016/j.trd.2018.12.001
- Howard, D., e Dai, D. (2014) Public Perceptions of Self-Driving Cars: The Case of Berkeley, California. Apresentado em Transportation Research Board 93rd Annual Meeting (Vol. 14, No. 4502, pp. 1-16).
- Kappler, L. B. (2020) *Análise dos impactos de veículos autônomos em uma rodovia brasileira com simulação de tráfego*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Produção e Transportes. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- Kyriakidis, M., Happee, R., e de Winter, J. C. F. (2015) Public opinion on automated driving: Results of an international questionnaire among 5000 respondents. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 32, 127–140. doi:10.1016/j.trf.2015.04.014
- Larrañaga, A. M., Ribeiro, J. L. D., e Cybis, H. B. B. (2009) Fatores que afetam as decisões individuais de realizar viagens a pé: estudo qualitativo. *TRANSPORTES*, 17(2). doi:10.14295/transportes.v17i2.355
- Lavieri, P. S., Garikapati, V. M., Bhat, C. R., Pendyala, R. M., Astroza, S., e Dias, F. F. (2017) Modeling Individual Preferences for Ownership and Sharing of Autonomous Vehicle Technologies. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2665(1), 1–10. doi:10.3141/2665-01
- Montoro, L., Useche, S. A., Alonso, F., Lijarcio, I., Bosó-Seguí, P., e Martí-Belda, A. (2019) Perceived safety and attributed value as predictors of the intention to use autonomous vehicles: A national study with Spanish drivers. *Safety Science*, 120, 865–876. doi:10.1016/j.ssci.2019.07.041
- Nielsen, T. A. S., e Haustein, S. (2018) On sceptics and enthusiasts: What are the expectations towards self-driving cars? *Transport Policy*, 66, 49–55. doi:10.1016/j.tranpol.2018.03.004

- Santos, L. C. B. dos. (2017) *Implantação de veículos autônomos no contexto brasileiro : avaliação dos fatores que influenciam no interesse de uso com equações estruturais*. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Schoettle, B., e Sivak, M. (2014a) *Public opinion about self-driving vehicles in China, India, Japan, the US, the UK, and Australia*. University of Michigan, Ann Arbor, Transportation Research Institute, MI, USA.
- Schoettle, B., e Sivak, M. (2014b) A survey of public opinion about connected vehicles in the U.S., the U.K., and Australia. *2014 International Conference on Connected Vehicles and Expo (ICCVE)* (p. 687–692). Apresentado em 2014 International Conference on Connected Vehicles and Expo (ICCVE), IEEE, Vienna, Austria. doi:10.1109/ICCVE.2014.7297637
- Taeihagh, A., e Lim, H. S. M. (2019) Governing autonomous vehicles: emerging responses for safety, liability, privacy, cybersecurity, and industry risks. *Transport Reviews*, 39(1), 103–128. doi:10.1080/01441647.2018.1494640
- Walker, W. E., e Marchau, V. A. W. J. (2017) Dynamic adaptive policymaking for the sustainable city: The case of automated taxis. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 6(1), 1–12. doi:10.1016/j.ijtst.2017.03.004
- Wu, J., Liao, H., e Wang, J.-W. (2020) Analysis of consumer attitudes towards autonomous, connected, and electric vehicles: A survey in China. *Research in Transportation Economics*, 80, 100828. doi:10.1016/j.retrec.2020.100828
- Zhang, T., Tao, D., Qu, X., Zhang, X., Lin, R., e Zhang, W. (2019) The roles of initial trust and perceived risk in public's acceptance of automated vehicles. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 98, 207–220. doi:10.1016/j.trc.2018.11.018