

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E
AMBIENTAL**

**ACEITABILIDADE E INTENÇÃO DE USO NA ADOÇÃO DE
VEÍCULOS AUTÔNOMOS RODOVIÁRIOS DE CARGA NO
CONTEXTO BRASILEIRO**

MÁRIO BIERKNES DUARTE DINIZ

ORIENTADOR: PASTOR WILLY GONZALES TACO

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL EM TRANSPORTES

BRASÍLIA / DF: MAIO / 2021

ACEITABILIDADE E INTENÇÃO DE USO NA ADOÇÃO DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS RODOVIÁRIOS DE CARGA NO CONTEXTO BRASILEIRO

MÁRIO BIERKNES DUARTE DINIZ

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA AMBIENTAL

APROVADA POR:

PASTOR WILLY GONZALES TACO, Dr. (ENC/ORIENTADOR)

JOSÉ MATSUO SHIMOISHI, Dr. (ENC/EXAMINADOR INTERNO)

NEANTRO SAAVEDRA-RIVANO, Dr. (PPGT/EXAMINADOR EXTERNO)

DATA: BRASÍLIA/DF, 21 de MAIO de 2021.

FICHA CATALOGRÁFICA

DINIZ, MÁRIO BIERKNES DUARTE

Aceitabilidade e Intenção de Uso na adoção de Veículos Autônomos Rodoviários de Carga no contexto brasileiro [Distrito Federal] 2021.

ix, 98 p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Ambiental, 2021)

Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Veículos Autônomos Rodoviários de Carga
2. Transporte Rodoviário de Carga
3. Revisão Sistemática da Literatura
4. Pesquisa de opinião
5. Modelo UTAUT

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

DINIZ, M. B. D. (2021) Aceitabilidade e Intenção de Uso na adoção de Veículos Autônomos Rodoviários de Carga no contexto brasileiro. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 98 p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Mário Bierknes Duarte Diniz

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Aceitabilidade e Intenção de Uso na adoção de Veículos Autônomos Rodoviários de Carga no contexto brasileiro.

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Ambiental / 2021

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Mário Bierknes Duarte Diniz

bierknes@gmail.com

Brasília/DF – Brasil

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me dado saúde e a oportunidade de estar na Universidade de Brasília, um lugar incrível e diverso.

Ao meu orientador Professor Doutor Pastor Willy Gonzales Taco, por todo tempo disponibilizado, e por toda atenção e supervisão dada.

Aos meus pais que sempre me apoiaram e incentivaram ao longo de todos esses anos de estudos.

A todos os colegas de curso que conheci e a todos os bons amigos que fiz ao longo desses anos de curso, em especial a Vitor Aviani, Gabriela Sekeff, Júlia Almeida, Felipe Damasceno, Gabriel Antero, Marcus Vilar, Rafael Dias, Matheus Rocha, Rodrigo Bogéa, Lucas Sisnando, Atman Solino, Gabriel Duarte, Iara Resende, Gabriel Aquino, Shayan Monajem e principalmente a Ana Luísa Avelino, Mateus de Melo e Gabriel Klein. Sem vocês não teria conseguido.

A todo corpo docente da Universidade de Brasília, pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional e integração que oferecem.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“A alegria está na luta, na tentativa, no sofrimento envolvido e não somente na vitória.”

Mahatma Gandhi.

RESUMO

Este Projeto Final tem como objetivo apresentar um panorama geral do comportamento e da intenção de uso quando da interação homem-máquina diante das tecnologias de veículos autônomos de transporte rodoviário de carga (VARC) no contexto brasileiro. As novas tecnologias de automação destes veículos se mostram como uma realidade próxima e com o potencial de causar grandes impactos sobre a sociedade.

Nesse contexto, surge a necessidade de explorar qual é a percepção da sociedade, incluindo o grupo organizacional do setor, ou seja, aqueles que estarão em contato direto com o novo sistema acerca das ocorrências associadas à adoção dessas tecnologias para o transporte rodoviário de carga (TRC), de maneira que são postos em análise quais as expectativas de tal utilização. Esta análise consistiu em comparar três grupos sociais, sendo Acadêmicos (professores e alunos), Indiretamente envolvidos ao TRC (setor industrial, reguladores, produtores, clientes) e Diretamente envolvidos ao TRC (motoristas, transportadores, gestores de frota).

Para isto, este projeto final apresenta uma Revisão Sistemática da Literatura na área dos veículos autônomos, com maior profundidade aos rodoviários de carga e aplicações dentro do contexto nacional. Também foi realizada uma pesquisa de opinião com 140 participantes, com o objetivo de medir as percepções com relação a essa nova tecnologia. Foi realizada uma análise empírica dos resultados e uma análise estatística, que identificou alguns dos principais fatores que influenciam o interesse e o comportamento no uso de VARCs.

A partir das informações obtidas esse trabalho tem como contribuição dar medida da aceitabilidade de tal tecnologia pela sociedade brasileira, a fim de potencializar o mercado deste setor frente aos desafios da implantação de sistemas de veículos autônomos rodoviários de carga nas estradas do país, com inserção da indústria 4.0 e consequente evolução logística.

ABSTRACT

This Project aims to present an overview of the behavior and intention to use from the man-machine interaction in the face of automation technologies for road freight vehicles in Brazilian context. The new technologies of automation of these vehicles (VARC) are shown as a close reality and with the potential to cause great impacts on a society.

In this context, there is a need to explore the perception of society, including the sector's organizational group, that is, the one who will be in direct contact with the new relative system of occurrences associated with the adoption of these technologies for road cargo transportation (TRC), so expectations of such use are analyzed. This analysis consists of comparing three social groups, being Academic (teachers and students), Indirectly involved in TRC (industrial sector, regulators, producers, customers) and Directly involved in TRC (drivers, transporters, fleet managers).

For this, this final project presents a Systematic Literature Review in the area of autonomous vehicles, with greater depth to the road and cargo applications within the national context. An opinion poll was also carried out with 140 participants, with the aim of evaluating perceptions regarding this new technology. An empirical analysis of the results and a statistical analysis were carried out, which identified some of the main factors that influence the interest and behavior in the use of VARCs.

Based on the information provided, this work contributes to measure the acceptability of such technology by Brazilian society, in order to potentiate the market in this sector to the challenges faced with the implementation of autonomous road freight vehicle systems on the country's roads, with industry 4.0 inception and consequent logistical evolution.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	1
1.1. Apresentação.....	1
1.2. Problema.....	4
1.3. Objetivo.....	5
1.3.1. Objetivo Geral.....	5
1.3.2. Objetivo Específico.....	5
1.4. Justificativa.....	5
1.5. Metodologia do projeto final.....	7
1.6. Organização do projeto.....	9
2. Transporte Rodoviário de Cargas.....	10
2.1. Apresentação.....	10
2.2. Contexto do TRC no Brasil.....	10
2.3. Sistema de TRC no Brasil.....	12
2.3.1. Infraestrutura do TRC no Brasil.....	13
2.3.2. Veículos de TRC.....	14
2.4. Principais impactos do TRC sobre a sustentabilidade no Brasil.....	18
2.4.1. Impactos econômicos associados ao TRC.....	19
2.4.2. Impactos sociais associados ao TRC.....	20
2.4.3. Impactos ambientais associados ao TRC.....	22
2.5. Tópicos Conclusivos.....	24
3. Veículos Autônomos Rodoviários de Carga.....	26
3.1. Apresentação.....	26
3.2. Contextualização e estudos de caso.....	26
3.3. Fatores tecnológicos, ambientais e de inovação na aceitabilidade de VARC.....	30
3.4. Aplicação ao contexto brasileiro.....	48
3.4.1. Apresentação.....	48
3.4.2. Desempenho brasileiro no índice de prontidão para veículos autônomos 2020.....	49
3.5. Tópicos Conclusivos.....	53
4. Método de identificação dos fatores contribuintes para implantação de VARC no Brasil.....	55
4.1. Apresentação.....	55
4.2. Elaboração do questionário.....	56
4.2.1. Fase 1: Planejamento do questionário.....	56
4.2.2. Fase 2: Teste do questionário.....	59
4.2.3. Fase 4: Escolha dos participantes da pesquisa.....	60
4.2.4. Fase 5: Aplicação do questionário.....	61
5. Resultados da Pesquisa de Opinião e Discussão.....	62
5.1. Apresentação.....	62
5.2. Caracterização da Amostra.....	62
5.3. Apresentação e Análise Empírica dos Resultados.....	66
5.3.1. Expectativa de Desempenho.....	67
5.3.2. Expectativa de Esforço.....	69
5.3.3. Influência Social.....	72
5.3.4. Condições Facilitadoras.....	73
5.4. Análise Estatística dos Resultados.....	75

5.5. Tópicos Conclusivos.....	78
6. Conclusões e Recomendações.....	
Referências Bibliográficas.....	81
Apêndice I – Revisão Sistemática da Literatura.....	86
Apêndice II – Tabela de Parâmetros Estatísticos Calculados.....	91
Apêndice III – Pesquisa de Opinião.....	92
Apêndice IV – Comentários dos Participantes.....	98

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Níveis de automação em um veículo.....	1
Figura 1.2 – Linha histórica dos principais acontecimentos tecnológicos.....	4
Figura 1.3 – Fluxograma do projeto.....	9
Figura 2.1 – Número de transportadores no Brasil.....	18
Figura 2.2 – Evolução do número de transportadores no Brasil.....	18
Figura 2.3 – Idade Média dos VTRC no Brasil	19
Figura 2.4 – Número de acidentes com vítimas em rodovias federais.....	21
Figura 2.5 – Disposição das empresas em investir em eficiência energética.....	23
Figura 3.1 – Modificação do espaço pela formação de pelotões.....	27
Figura 3.2 – VERA.....	30
Figura 3.3 – Cinco piores colocados em prontidão do governo para mudança	51
Figura 3.4 – Classificação por pilar.....	52
Figura 4.1 – Modelo UTAUT.....	56
Figura 4.2 – Print G*Power: Total Sample Size (Tamanho da Amostra) de 85 respondentes.....	61
Figura 5.1 – Gênero e Faixa Etária dos respondentes.....	63
Figura 5.2 – Renda Mensal dos respondentes.....	64
Figura 5.3 – Escolaridade dos respondentes.	64
Figura 5.4 – Jornada de Trabalho dos respondentes.....	65
Figura 5.5 – Estados em que residem os respondentes.....	65
Figura 5.6 – Contato com o assunto – Questão Binária.....	66
Figura 5.7 – Conhecimento prévio – Questão A.....	66
Figura 5.8 – Respostas da Questão D1.....	67
Figura 5.9 – Respostas da Questão D2.....	68
Figura 5.10 – Respostas da Questão D3.....	68
Figura 5.11 – Respostas da Questão D4.....	69
Figura 5.12 – Respostas da Questão E1.....	69
Figura 5.13 – Respostas da Questão E2.....	70
Figura 5.14 – Respostas da Questão E3.....	71
Figura 5.15 – Respostas da Questão E4.....	71
Figura 5.16 – Respostas da Questão S1.....	72
Figura 5.17 – Respostas da Questão S2.....	73
Figura 5.18 – Respostas da Questão S3.....	73
Figura 5.19 – Respostas da Questão F1.....	74
Figura 5.20 – Respostas da Questão F2.....	75
Figura 5.21 – Respostas da Questão F3.....	75
Figura 5.22 – Respostas da Questão F4.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Quantidade de veículos por categoria de transportador.....	16
Tabela 2.2 – Frota média por categoria de transportador – ano de maior recessão x corrente.....	17
Tabela A.1 – Número de estudos selecionados por tema.....	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Tipo de VTRC.....	15
Quadro 3.1 – Passos para protocolo da Revisão Sistemática da Literatura.....	26
Quadro 3.2 – Pilares e suas variáveis.....	53
Quadro 4.1 – Primeiro grupo: questões de comportamento e intenção de uso.....	57
Quadro 4.2 – Segundo grupo: perfil sociodemográfico.....	58
Quadro 5.1 – Definição dos grupos sociais escolhidos para análise comparativa.....	62
Quadro A.1 – Passos para protocolo da Revisão Sistemática da Literatura.....	87

LISTA DE NOMENCLATURAS E ABREVIACÕES

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACC – Controle de Cruzeiro Adaptativo
ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres
AVRI – Índice de Prontidão para Veículos Autônomos
BE – Bateria Elétrica
BIT – Banco de Informações e Mapas de Transportes
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
Carina – Carro Robótico Inteligente para Navegação Autônoma
CBC – Análise conjunto baseado em escolha
CCE – Célula de Combustível Elétrico
CGTNT – “Comportamento em Transportes e Novas Tecnologias”
CNA – Comissão Nacional de Infraestrutura e Logística
CNT – Confederação Nacional de Transporte
CO ₂ – Dióxido de carbono
CTC – Cooperativa Transportadora de Carga
CV – <i>Connected Vehicles</i>
Denatran – Departamento Nacional de Trânsito
DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
ETC – Empresa Transportadora de Carga

EUA – Estados Unidos da América
gCO₂/TKU – grama de dióxido de carbono por tonelada quilômetro útil
GCTNT – Grupo de Pesquisa “Comportamento em Transportes e Novas Tecnologias”
GEE – Gases de Efeito Estufa
GNC – Gás Natural Comprimido
GNL – Gás Natural Liquefeito
IA – Inteligência Artificial
Iara – Automóvel Robótico Autônomo Inteligente
ILOS – Instituto de Logística e *Supply Chain*
IoT – *Internet of Things*
Mt CO₂ – Megatoneladas de dióxido de carbono
Mt CO₂-eq – Megatoneladas de dióxido de carbono equivalente
MTEP – Milhões de toneladas equivalente de petróleo
NBR – Normas Brasileiras
NHTSA – *National Highway Traffic Safety Administration*
NTC&L – Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística
PAC I – Programa de Aceleração do Crescimento I
PD&I – Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PF1 – Projeto Final 1
PF2 – Projeto Final 2
PIB – Produto Interno Bruto
PNTL – Plano Nacional de Transporte e Logística
RNTRC – Registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Carga
RSU – Resíduo Sólido Urbano
SAE – *Society of Automotive Engineers*
SEST SENAT – Serviço Social do Transporte e Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte
STRC – Sistema de Transporte Rodoviária de Carga
TAC – Transportador Autônomo de Carga
TCP – Transporte de Carga Própria
TICs – Tecnologia de Informação e Comunicação
TRC – Transporte Rodoviário de Carga
TRRC – Transporte Rodoviário Remunerado de Carga
TtW – *Tank to wheel*
V2I – *Vehicle to infrastructure*
V2V – *Vehicle to vehicle*
VA – Veículo Autônomo
VAE – Veículo Autônomo de Entrega
VARC – Veículo Autônomo Rodoviário de Carga
VC – Veículo convencional
VE – Veículo Elétrico
VEA – Veículo Elétrico Autônomo
VEARC – Veículo Elétrico Autônomo Rodoviário de Carga
VERA – Veículo Elétrico Autônomo Rodoviário (Volvo)

VTRC – Veículo de Transporte Rodoviário de Carga
WtT – *Well to tank*

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - APRESENTAÇÃO

Digitalização e sustentabilidade são duas megatendências disruptivas que transformarão o setor de transporte e logística nos próximos anos. Internacionalmente diversos autores preveem uma possível popularização de caminhões que dirigem por conta própria em larga escala em um horizonte máximo de 10 anos. Em 2020, especialistas alemães foram entrevistados e presumem que os atuais sistemas de assistência ao motorista de nível 0–2 serão o padrão até 2025, seguido pela implementação de sistemas de direção automatizados de nível 3-4 entre 2025 e 2030, e a partir de 2035 os de nível 5 (ANDERHOFSTADT E SPINLER, 2020).

Isso quer dizer que a popularização de caminhões autônomos que dispensam a presença de um motorista está prevista em um horizonte de 15 anos em alguns países. Para entender melhor os níveis de automação, a *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA, 2018), equivalente ao Denatran nos Estados Unidos da América, esclarece o significado de cada nível, como apresentado na Figura 1.1.



0	1	2	3	4	5
Sem automação	Assistência ao motorista	Automação Parcial	Automação condicional	Alta automação	Automação completa
Zero autonomia: o motorista realiza todas as atividades de direção.	O veículo é controlado pelo motorista, mas alguns recursos de assistência à direção podem ser incluídos no projeto do veículo.	O veículo combinou funções automatizadas, como aceleração e direção, mas o motorista deve permanecer envolvido com a tarefa de dirigir e monitorar o ambiente em todos os momentos.	O motorista é necessário, mas não precisa monitorar o ambiente, e deve estar pronto para assumir o controle do veículo em qualquer momento, mediante aviso prévio.	O veículo é capaz de executar todas as funções de direção sob certas condições. O motorista tem a opção de controlar o veículo.	O veículo é capaz de executar todas as funções de direção em qualquer condição. O motorista não é necessário.

Figura 1.1 - Níveis de Automação em um Veículo (Fonte: adaptado de NHTSA, 2013).

Além disso, é uma forte tendência também pela contribuição ambiental associada à tecnologia, tendo o sistema de transportes rodoviário de carga a necessidade de reduzir seu consumo energético, bem como suas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). Segundo o Atlas Global de Carbono (2020), houve um total de emissões de 36.573 MtCO₂ no ano

de 2018, tendo a China sido o maior poluidor (10065 MtCO₂), seguida de EUA (5416 MtCO₂) e Índia (2654 MtCO₂); o Brasil era o 14º maior emissor com 457 MtCO₂.

Por este motivo torna-se fundamental a adoção de veículos com combustíveis alternativos (uma tecnologia convergente à automação), exemplo disto é a ocorrência em 2019 do total de emissões antrópicas associadas à matriz energética brasileira, que atingiu 419,9 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (Mt CO₂-eq), sendo a maior parte (193,4 Mt CO₂-eq) gerada no setor de transportes (EPE, 2020).

Veículos autônomos (VAs) já estão operando em rodovias públicas nos EUA, alguns usando um estilo de modelo intermodal, em que caminhões regulares trazem o trailer até o limite da malha rodoviária nacional, onde é recolhido por um veículo autônomo para o transporte da linha principal, de uma rodovia para outra, onde é novamente “transbordado” para um caminhão normal na última milha. O uso de veículos autônomos em rodovias remove muitos dos desafios de navegar em ruas urbanas complicadas e movimentadas (MONIOS E BERGQVIST, 2019).

Mais concretamente, a tecnologia representa um alto valor econômico para novas funções em automóveis de passageiros e veículos comerciais. De uma perspectiva histórica, a automação em carros estava classicamente relacionada às tarefas de controle. Além disso, a automação moderna está relacionada ao comando do veículo e, portanto, diz respeito às decisões ativas de acelerar e virar. De acordo com a evolução dos últimos dez anos no domínio, podemos considerar que as funções autônomas dos veículos e os dispositivos de assistência à condução atingiram uma maturidade comercial (GECHTER et al., 2017).

O avanço de VARC leva em conta a mais importante metodologia de otimização de transportes, o pelotão, o qual tende a englobar os efeitos mais interessantes associados. O pelotão é uma prática de transporte emergente que tem o potencial de resolver os problemas da crescente indústria de transporte. Consiste num grupo de veículos, com comunicação de veículo a veículo (V2V), que viajam um atrás do outro de forma que podem acelerar, frear e cruzar juntos. Têm o potencial de melhorar a segurança no trânsito, potencializar um consumo energético eficiente e reduzir diversos custos. Seus benefícios socioeconômicos incluem mitigação de congestionamento, tráfego mais suave, melhor uso e rendimento da pista, incentivos para logística verde e segurança do motorista (SIVANADHAM E GAJANAND, 2020).

Outro aspecto é a relação clientes e transportadores, sendo estes últimos também consequentes clientes de caminhões autônomos logicamente. Porém no que se diz respeito à necessidade inevitável de desenvolver novas práticas de entrega em logística de última milha (*Last Mile Delivery*) que surge do crescimento do *e-commerce*. Na relação empresa-consumidor nos moldes digitais e os desafios associados para prestadores de serviços de logística, acredita-se que os veículos autônomos de entrega (VAE) tenham o potencial de revolucionar a entrega na última milha de uma forma mais sustentável e focada no cliente.

Utilizou-se apoio teórico no levantamento de dados feito pelo Índice de Prontidão para Veículos Autônomos da KPMG (2020), o qual posiciona cerca de 30 países em termos de aceitabilidade para receber a tecnologia de VA. Na última edição da revista o Brasil ocupa a última posição, porém tem boa aceitabilidade de inovação. Isto pode ser usado para geração de leis e regulamentações que propiciem uma nova infraestrutura capacitada, principalmente ao considerar que o mercado se vale do alto interesse de consumidores em se disponibilizarem para testes de direção. Por enquanto o país trabalha com o acompanhamento de investimentos em PD&I e isenção fiscal através da Lei 13755/18 (Rota 2030) e tem investido em veículos elétricos, entre outros combustíveis alternativos. Sobre isso, é importante que os governos saibam que a tributação sobre combustíveis fósseis e incentivo a outros alternativos terá de ser revista e regulamentada.

Além disso, existem empresas de fabricação automotiva nacional que já têm buscado implementar carros elétricos autônomos, caso da Hitech Electric, que lançou o primeiro carro elétrico autônomo do país. O uso de caminhões autônomos especializados também já entrou em voga nas maiores áreas de minério de ferro do país e formam parcela importante do controle operacional da Vale. “A mina Brucutu, em Minas Gerais, é a primeira do país a ser totalmente controlada de forma autônoma, com caminhões sem motoristas, guiados à distância, a partir de centros de controle. A inovação fez com que aumentasse em 26% o volume de minério transportado na mina.” (Notícias de Mineração Brasil, 2020).

A seguir a linha histórica acerca dos mais recentes marcos tecnológicos (Figura 1.2).

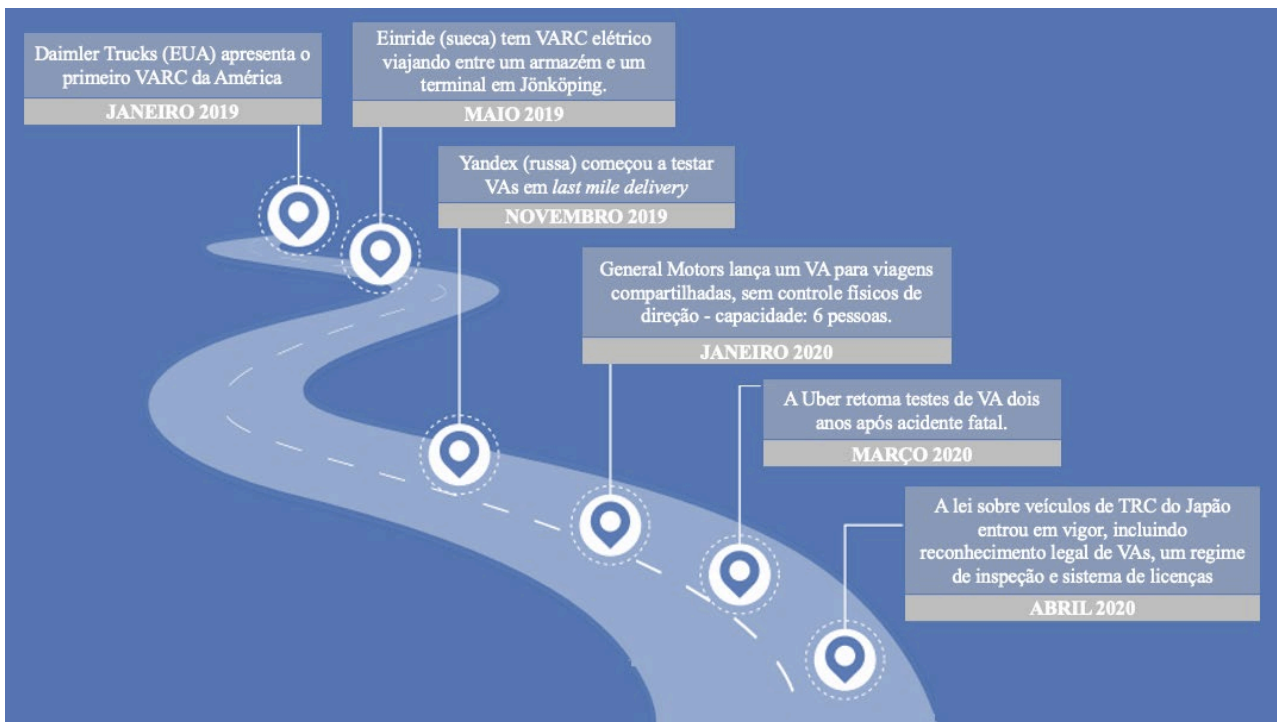


Figura 1.2 – Linha histórica dos principais acontecimentos tecnológicos (adaptado de KPMG, 2020)

Este estudo diz respeito à capacidade e a maneira de um país adaptar-se à inovação no setor de transportes de carga rodoviário (TRC), frente aos seus efeitos ambientais, econômicos e sociais. Tal avaliação é feita estudando o comportamento humano preferencial frente à tecnologia e seus impactos. Neste caso, mais especificamente, sobre a adoção de veículos autônomos rodoviários de carga (VARC) no contexto brasileiro.

1.2 - PROBLEMA

Compreendendo o contexto de veículos autônomos rodoviários de carga, o problema de pesquisa deste projeto, refere-se à capacidade brasileira de adotar o uso de tais VARC.

As publicações e informações disponíveis a nível nacional são escassas, tanto em relação à aceitação popular do uso desses veículos, quanto ao conhecimento de seus possíveis impactos na economia, no meio ambiente e na sociedade.

Sendo assim, a seguinte pergunta motiva este estudo:

Quais os fatores que influenciam a intenção de uso de VARC segundo a óptica de três grupos sociais referentes ao TRC: Acadêmicos, Envolvidos Diretos e Envolvidos Indiretos?

1.3 - OBJETIVO

1.3.1 - Objetivo Geral

O objetivo deste estudo é verificar a aceitabilidade e intenção de uso em relação à implantação de Veículos Autônomos Rodoviários de Carga (VARC) no contexto brasileiro.

1.3.2 - Objetivos Específicos

- a) identificar os fatores que influenciam direta e indiretamente a intenção de uso da tecnologia;
- b) verificar a possível popularização do uso de VARC no contexto brasileiro, incluindo aspectos relacionados à percepção dos três grupos sociais citados em 1.2 sobre a tecnologia.

1.4 - JUSTIFICATIVA

O tema deste estudo diz respeito à capacidade brasileira, segundo os fatores elencados, de adotar tecnologia de automação para TRC. A abordagem se faz necessária, como já dito, pela lacuna no contexto nacional de pesquisas que prevejam a aceitabilidade tecnológica no setor, ainda por cima que trate disto frente à opinião de especialistas do mercado.

Importante salientar que esse estudo é um subtema presente em uma linha de pesquisas que faz levantamento do comportamento humano acerca de inovações tecnológicas no transporte e mobilidade urbana, entre diversos outros aspectos. Se trata do tema de implantação de VARC no país, estudado pelo Grupo “Comportamento em Transportes e Novas Tecnologias” (CGTNT) do Programa de Pós-Graduação em Transportes (PPGT) da Universidade de Brasília (UnB), com aplicações em cidades brasileiras e sul-americanas, que visa disseminar o conhecimento adquirido a partir da:

- Investigação dos aspectos comportamentais que interferem na escolha pelo modo de transporte;
- Identificação de fatores que interferem na reação pública às medidas de gerenciamento de demanda de tráfego;
- Exploração de aspectos subjacentes à avaliação e ao uso de novas tecnologias de transportes.

Os motivadores deste tema de estudo são os principais efeitos associados à implantação de VARC e qual a resposta do consumidor em relação a este conhecimento, sendo expostos nesta seção de maneira resumida alguns pontos que demonstram a importância do estudo de fatores contribuintes à implantação da tecnologia para a sociedade, conforme previamente definido no problema de estudo.

Foram analisados as seguintes variáveis e os efeitos respectivos à dinâmica de influência que sofrem e interferem, sendo estes:

a) Política e Regulação

Principal ferramenta de gênese da implantação, tem relação de reciprocidade no que diz respeito ao avanço tecnológico e a maneira como exigem um do outro.

b) Infraestrutura e Tráfego

Os fatores que mais contribuem e também são afetados do ponto de vista físico estrutural no avanço tecnológico.

c) Aspectos Tecnológicos e de Inovação

Os investimentos tecnológicos são respostas à evolução e ao comportamento social, prevendo também inter-relação entre estes fatores, e seus efeitos recaem sobre a aceitabilidade de inovação, estando todos ligados e dependentes à regulação.

d) Segurança Rodoviária

Pode ser extraordinariamente melhorada a partir do avanço dos níveis de automação, cujas aplicações são consequentes da confiabilidade atribuída à tecnologia.

e) Custos e Produtividade

Em todos os seus tipos podem ser otimizados, contribuindo econômica, social e ambientalmente de maneira direta, de modo que se aborda também neste tópico a empregabilidade (custo ao gestor).

f) Consumo Energético

Potencialmente bastante reduzido, não apenas pela otimização que a tecnologia oferece, mas por conta de tecnologias convergentes de utilização de fontes alternativas para autonomia eficiente.

g) Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)

Potencialmente bastante reduzidas frente às tecnologias de combustão elétrica, entre outros aspectos metodológicos.

h) Desempenho e Facilitação

Dizem respeito às expectativas de esforço e desempenho atrelados à implantação de VARC e como isso influencia nos empregos do setor, bem como quais são as condições facilitadoras para tal, sendo importantes fatores de aceitação e consequente utilização.

i) Sensibilidade ao Preço

Precificação da nova tecnologia em relação a todo o mercado de TRC e como isso influencia na colaboração, aceitação e consequente utilização da tecnologia.

j) Hedonismo

Fatores associados à diversão e prazer são avaliados como significantes comportamentos para adesão de VARC no processo de entrega urbano.

Todos os pontos aqui expostos foram aprofundados no desenvolvimento da revisão bibliográfica do trabalho – extraídos de modelos de aceitação tecnológica – e tendem a formar uma nova área de capacitação para o país, ainda mais após experienciar um momento pandêmico como o de 2020. A KPMG (2020) afirma que a popularização da tecnologia tende a aumentar de agora em diante.

A metodologia escolhida para a identificação dos fatores que mais influenciam a intenção de uso de VARC no contexto brasileiro diz respeito a algumas das variáveis apresentadas, sabendo que estas foram construídas a partir de conceitos que se permeiam.

1.5 - METODOLOGIA DO PROJETO FINAL

Etapa 1. Revisão Sistemática da Literatura

A fase inicial deste projeto consiste em analisar o atual estado da arte em se tratando de veículos autônomos, identificando e separando pesquisas aplicadas a transporte de cargas. A revisão sistemática é uma pesquisa secundária, baseada em pesquisas primárias, ou seja, a intenção é basear-se na literatura publicada anteriormente, analisando-a criticamente de maneira que seja possível fazer uma síntese de credibilidade garantida, realizando meta-

análise se for indicado. Para este método, três fases devem ser cumpridas de antemão: definição do objetivo da revisão, identificação da literatura e seleção dos estudos possíveis a serem incluídos (ATALLAH E CASTRO, 1998; SAMPAIO E MANCINI, 2007).

O protocolo pelo qual passou esta pesquisa se encontra no Apêndice 1. O método traz grande volume de estudos já realizados e correlacionados (subtemas), e conseqüentemente uma visão que contempla os diversos assuntos mais genéricos que permeiam o objeto principal. Segundo Tranfield et al. (2003), realizar uma revisão da literatura fornece as melhores evidências sobre políticas e práticas em qualquer disciplina, sendo chave de pesquisa para comunidades acadêmicas e profissionais. A revisão, portanto, consistiu nos direcionamentos deste autor.

É importante ressaltar que a etapa de revisão sistemática é parcela principal da metodologia de revisão literária utilizada neste Projeto Final, mas que se contou com métodos de pesquisa documental em acesso a papéis públicos nacionais e autores que tenham levantamento desse aspecto, embasando os estudos adjacentes ao tema de VARC, como ocorre no capítulo 2.

Etapa 2. Identificação de Variáveis para Avaliação de Adesão da Tecnologia e os Seus Efeitos

A partir dos estudos levantados na Revisão Sistemática da literatura serão identificadas as mais importantes variáveis que possibilitem a avaliação da implantação dos VARC. A análise da literatura será feita em 3 partes:

- a) Contextualização do tema, explorando conceitos e definições que baseiem a pesquisa;
- b) Identificação dos fatores contribuintes de adesão e os seus possíveis impactos na implantação de VARC nos estudos levantados na literatura; e,
- c) Sistematização das variáveis de mensuração mais importantes perante a implantação dos VARC considerando o contexto brasileiro.

Etapa 3. Pesquisa de opinião sobre as preferências na adoção de VARC

A fim de avaliar a percepção e a aceitação dos VARC a partir da perspectiva de três grupos sociais (Acadêmicos, Envolvidos Diretos e Envolvidos Indiretos do TRC), será aplicada uma pesquisa de opinião online utilizando a ferramenta *Google Forms*®. Isto será feito com base no modelo UTAUT (*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* ou Teoria Unificada de Intenção e Uso de Tecnologia).

- a) Elaboração e estruturação do instrumento de pesquisa;
- b) Teste do instrumento de pesquisa;
- c) Aplicação do instrumento de pesquisa com o público alvo; e,
- d) Montagem da base de dados com os resultados da aplicação da pesquisa.

Etapa 4. Análise de Resultados

Ao final serão condensadas as conclusões retiradas do Projeto. As reuniões dos conhecimentos provenientes de todas as etapas do trabalho servirão de propostas aos administradores públicos e governantes para que se tome medidas com o objetivo de extrair o melhor do processo de implantação de VARC frente à percepção social, a fim de que a popularização da tecnologia seja facilitada no país.

Além disso, durante este processo será possível identificar relevantes áreas de estudo pouco aprofundadas, visando indicar a exploração de novos horizontes de pesquisa dentro deste tema.

1.6 - ORGANIZAÇÃO DO PROJETO

A Figura 1.3 descreve as fases do projeto desde sua motivação.



Figura 1.3 – Fluxograma do projeto

2 – TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS

2.1 - APRESENTAÇÃO

O Transporte Rodoviário de Cargas (TRC) faz parte de um sistema de transportes cuja realização é feita somente através de veículos automotores, os quais percorrem rodovias, estradas e ruas. Tais veículos podem ser utilizados a partir das seguintes perspectivas: Transporte de Carga Própria (TCP) ou Transporte Rodoviário Remunerado de Cargas (TRRC), ou seja, de motivação própria e individual exercida por aquele que detém o veículo transportador ou quando há contratação desse tipo de serviço. Assim, sua utilização pode ser singular - veículo unitário - ou combinada - veículo trator acoplado a veículo revocável (VILLELA E TEDESCO, 2011).

A utilização do Transporte Rodoviário de Cargas (TRC) se dá pela óbvia necessidade de escoar bens, serviços e tecnologias, bem como de deslocar pessoas, constituindo-se hoje da forma mais facilitada e comum para essa função ao redor do mundo. Sabendo que grande parte das atividades econômicas depende disto, sua importância é indiscutível para qualquer organização e é através deste que a força de trabalho e os insumos chegam aos seus destinos, contribuindo com o desenvolvimento (TEDESCO et al., 2011).

Assim, o objetivo deste capítulo reside no intuito de demonstrar os principais elementos do TRC, no sentido de abordar as implicações econômicas e socioambientais quanto à maneira que isso ocorre no contexto brasileiro.

2.2 - CONTEXTO DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS NO BRASIL

Em meados de 1930, tornou-se tendência brasileira investir de maneira muito mais agressiva no modal rodoviário em relação a outros tipos de transporte. Como consequência disso, houve rápida expansão da malha rodoviária, oferecendo desenvolvimento para o interior do Brasil, levando até mesmo ao avanço industrial de automotores nacionais posteriormente. Tal política desenvolvimentista possibilitava maior rapidez e eficiência, fazendo com que regiões mais distantes fossem atendidas. Tais fatores tornaram a rede rodoviária o modal transportador predominante no país, aproximando os mercados por ser fundamental dentro das cadeias produtivas e também por promover a integração entre os estados (CNT, 2006).

O PNTL (2011) afirma que o TRC representa a maior parte da matriz modal de transportes no Brasil. Segundo a CNT (2006) o deslocamento de pessoas internamente ocorre aproximadamente 95% das vezes através de transporte rodoviário, sendo representante de cerca de 60% da movimentação cargas (cerca de 485,6 bilhões de toneladas-quilômetro útil - TKU). Dados do Ministério de Transportes (2011), mostram que essa parcela na movimentação de cargas caiu para 58%, o que ainda demonstra desbalanceamento na matriz de transportes brasileira. Essa questão se torna mais evidente quando comparada a matriz nacional à de outros países de similar porte territorial, já que na Rússia e Estados Unidos o TRC é responsável por 8% e 32% do serviço respectivamente.

Uma vez que sua infraestrutura é facilitada em relação a outros modais (pode transportar por vias pavimentadas ou não pavimentadas), justifica-se também o porquê de haver maior investimento neste tipo; o TRC não apresenta muitos fatores limitantes, assim constituindo a melhor opção no sentido de sua disponibilidade, ou seja, a grande quantidade de locais que este pode chegar (WANKE E FLEURY, 2006).

Tais fatores tornam nítida a dependência brasileira, no sentido econômico, do modal rodoviário. Segundo a Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística (NTC&L) indicam que o TRC responde por 3,4% do PIB nacional, e gera 3,5 milhões de empregos (Cruz, 2008). Essa questão se torna muito mais evidente ao comparar a representatividade do TRC com outros tipos de transporte.

Consta na Lei n. 10.233 (BRASIL, 2001) atribuição à Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT a regulação do transporte de cargas nas rodovias brasileiras. Segundo relatório desta (2015), tal serviço pode ser exercido por Transportador Autônomo de Cargas – TAC, Empresas de Transporte Rodoviário de Cargas – ETC, ou Cooperativas de Transporte Rodoviário de Cargas – CTC, no caso representando 45,8%, 53,5% e 0,7% desta prestação respectivamente. Além disso, é legislativamente mandatório que estes agentes estejam cadastrados no Registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Cargas (RNTRC), onde constam as principais características dos transportadores e de sua frota, o que leva a um melhor controle de infraestrutura e custeamento.

Além do fator de maior representatividade e alcance - extensão da malha possibilita chegada a curtas e médias distâncias mais propriamente - o BIT (2013) caracteriza o TRC Brasileiro de baixo custo inicial, porém com alto custo de manutenção; muito poluente; de

segurança comprometida devido a roubo de cargas; de velocidade moderada e consequente tempo de entrega confiável; e bastante limitado para volume e peso de cargas.

Diretamente relacionado ao TRC está a sua base condicional de laboração. Para que haja eficiência no serviço, são necessárias infraestrutura e condições de trabalho adequados. Atrelado ao seu conjunto tecnológico e social, está o aparato político e legal que dá sustento a este mercado. O estado deve ser provedor de um desenvolvimento infraestrutural e de condições mínimas capazes de sustentar a liberdade social dos empreendedores. Considerar a adoção de políticas a nível estadual é fundamental para o planejamento de tais questões (SEN, 2008; LOBO E VALENTE, 2014).

Observa-se que tais características são de maior implicação em relação a outros modais, como resume Cunha Filho (2014), ao afirmar que “apesar de ter seu uso bastante difundido, o transporte rodoviário gera custos altos quando comparado com o transporte ferroviário e hidroviário. Este custo é devido ao preço dos combustíveis e da manutenção que deve ser feita regularmente. No TRC, a infraestrutura possui um valor elevado em sua construção e manutenção, o custo pode se elevar ainda dependendo do relevo.”

2.3 - SISTEMA DE TRANSPORTES RODOVIÁRIOS DE CARGA NO BRASIL

A infraestrutura de transporte de um país possibilita um melhor escoamento de mercadorias em termos de volume e tempo e permite um amplo desenvolvimento socioeconômico (WOLF E CALDAS, 2019). Nesse sentido, é necessário explorar a sua política e regulação a fim de que se estabeleça uma referência acerca da infraestrutura. Para isso, aborda-se o Sistema de Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil (STRC).

Villela e Tedesco (2011) definiram os principais elementos do STRC brasileiro como sendo:

- Infraestrutura – quando se trata da malha rodoviária e seus aspectos físicos e logísticos. Pode ser definida como a composição entre três elementos: rede viária, terminais e pontos de apoio.
- Veículos – quando se trata dos utilitários e maquinários para a movimentação das cargas (embarque, desembarque, embalagem etc.). Podem ser tipificados pela composição física, configuração, geometria, peso, classificação, configuração dos

eixos, área em que trafega, tecnologias utilizadas, tipo de propriedade e ano de fabricação.

- Carga – quando se trata do aspecto das cargas em si. Podem ser definidas pelo seu tipo (geral, granel etc.), pelas características do produto (volume, peso etc.), pelas características das embalagens e também pelas características de transporte que demandam.
- Atores – *stakeholders* e entidades envolvidas.

Sabendo que este tópico trata mais profundamente da infraestrutura e dos veículos, sendo este último conhecimento passado pela perspectiva das categorias de transportadores, já considerando estes os principais atores a serem pesquisados por este projeto.

2.3.1 – Infraestrutura do TRC no Brasil

É impossível dissociar a Infraestrutura de transportes de cargas da Logística e a sua importância para o desenvolvimento, independentemente do modal. Sabendo que a definição de Infraestrutura, para TRC, foi traçada na apresentação deste tópico através do estudo de elementos de Villela e Tedesco (2011), parte-se para a definição de logística. Segundo Stewart e David (2010), é a parte da cadeia produtiva responsável pelo abastecimento, ou seja, que planeja, implementa e controla o fluxo bidirecional (para trás e para frente) de maneira eficiente, fazendo com que as cargas, serviços e armazenamento de informações atendam às necessidades dos clientes desde o ponto de origem até o consumo.

Tais autores afirmam ainda que uma medida de qualidade viária para uma nação é a porcentagem de vias pavimentadas em relação à quilometragem total da malha. Segundo o DNIT (2010), a malha rodoviária brasileira possui extensão de cerca de 1,7 milhões de quilômetros, dos quais 200 mil são pavimentados, sendo 11 mil duplicadas dentro deste conjunto. Ou seja, apenas 11% é pavimentada, sendo cerca de 5,5% destas duplicadas. Ao comparar tais valores com China (81%), EUA (64%) e Índia (47%) observa-se a má condição da malha nacional (CNT, 2016).

Esses dados evidenciam que por ter uma extensão como poucos no globo, o Brasil encontra diversas dificuldades de fiscalização, manutenção e operação quando se trata de vias e estradas. Segundo a CNT (2014), a parcela mínima de rodovias que apresentam algum tipo de deficiência na sua pavimentação, sinalização ou geometria corresponde a cerca de 58% da malha rodoviária brasileira.

De maneira má conduzida, a infraestrutura das rodovias brasileiras tende a reduzir a segurança e aumentar o custo de manutenção dos veículos, além de criar um consumo excessivo de combustível, lubrificantes e outros insumos (CNA, 2015).

A fim de buscar garantia na qualidade de estradas e recuperar a infraestrutura destas, a principal medida alçada pelo Brasil foi a de concessão de rodovias. A começar pelos trechos mais importantes, o país apostou que o investimento privado superaria a restrição orçamentária do setor público, o que de fato ocorreu, tornando o país líder mundial em número de concessões. Tais medidas entraram em vigor há cerca de 30 anos, encontrando atualmente consolidação em programas do tipo. Nos últimos 17 anos, o projeto foi responsável pela concessão de mais de 15,5 mil km à administração do setor privado, tendo, inclusive, relevância internacional (BNDES, 2012).

Em pesquisa feita pela CNT (2011), cerca de 34% das vias sob administração pública obtiveram classificação “Ótimo” e “Bom”. Tais classificações foram atribuídas a aproximadamente 87% dos trechos concedidos ao setor privado. Além da conservação da rodovia, são oferecidos serviços de atendimento médico e mecânico, telefonia, entre outros aos usuários. Analogamente à busca de uma melhor qualidade, está uma maior oneração ao usuário do serviço (BNDES, 2012).

Algo que impacta diretamente na infraestrutura geral de transportes do país, e também a economia, mais a frente até abordado no tópico de aspectos econômicos, é justamente a falta de regulamentação da entrada de novas empresas no setor rodoviário. Isso que gera, para o serviço de TRC, um excesso de oferta, fazendo com que os preços cobrados não consigam remunerar os custos de frete e manutenção, por exemplo. Como não se trata de um serviço público, este pode então ser independente dos regimes de permissão e concessão. Portanto, possui natureza comercial, pela qual os prestadores do serviço (terceiros) assumem a atividade por conta e risco, de forma remunerada e sem a contrapartida do Governo. Tais fatores se ordenam em um ciclo vicioso, uma vez que isso influencia em um investimento enviesado dos modais, diminuindo produtividade e segurança do TRC por conta da dependência exagerada deste (CNA 2015; WANKE E FLEURY, 2006).

A melhoria da qualidade das rodovias concedidas representa importante benefício econômico por serem as rodovias de maior fluxo de tráfego, que escoam importante

parcela da produção agroindustrial e que dão acesso a alguns dos principais portos do país (BNDES, 2012).

2.3.2. Veículos de TRC no Brasil

Dependentes diretos e parcela essencial da infraestrutura rodoviária do país, estão os veículos transportadores rodoviários de carga. Segundo a Norma NBR 9762 da ABNT (2006), a aceção do termo *veículo de carga* se refere basicamente à sua destinação ao transporte de carga. Para este termo engloba-se os veículos automotores unitários (caminhão simples) e as combinações de trator e reboque, como citado anteriormente.

É no RNTRC que se encontra a distinção para tais veículos, onde considera-se VTRC não apenas os que possuem tração, mas quaisquer que possam ser tracionados (rebocados). Portanto, a quantidade de veículos constantes no Registro Nacional, na verdade diz respeito à quantidade de placas cadastradas, já que o registro leva em conta veículos de tração ou de reboque. Sendo assim, é possível que um veículo de transporte de carga completo possua até quatro placas diferentes registradas, caso possua quatro partes, uma vez que cada uma se refere a um considerado veículo. Para Tedesco (2012) uma situação como esta pode ser exemplificada ao se tratar do rodotrem, o qual possui um caminhão de tração, dois semirreboques com carroceria e, por fim, um semirreboque sem carroceria (*dolly*).

Seu tipo é encontrado no RNTRC e apresentados no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 – Tipos de veículos

Veículos Tratores	Veículos Rebocáveis	Utilitários (comum em <i>Last Mile Delivery</i>)
- Caminhão leve (3,5t a 7,99t)	- Reboque	- Caminhonete/furgão (1,5t a 3,49t)
- Caminhão simples (8t a 29t)	- Semirreboque	- Utilitário leve (0,5t a 1,49t)
- Caminhão trator	- Semirreboque com 5ª	- Veículo operacional de apoio
- Caminhão trator especial	roda / bitrem	
	- Semirreboque especial	

Fonte: ANTT, 2020

Conforme o RNTRC (ANTT, 2020) existem aproximadamente 2,26 milhões de veículos cadastrados em condicionamento no Brasil. Isto pode ser conferido na Figura 2.1. Sendo

quase 1,4 milhões destes pertencentes a empresas de transporte de carga, compreendendo pouco mais de 60% da frota brasileira.

Segundo Tedesco (2012), dados dos anos anteriores a 2014 (ANTT, 2009, 2011 e 2012), e como pode ser observado na Figura 2.2 até o ano de 2016, demonstram que havia forte crescimento da frota de empresarial em relação a transportadores autônomos. Isto se dava não somente pela quantidade de veículos entrando no mercado, uma vez que também houve redução do registro de transportes de maneira geral, porém de muito maior tendência entre os autônomos.

Conforme os dados da ANTT (2020), a média geral de frota por transportador no ano de 2015 era de 2,4. Posteriormente houve queda abrupta na quantidade transportadores, e conseqüentemente, de transportes (Figura 2.2). Essa redução pode ser observada principalmente entre os anos de 2016 e 2018. Isto levou a um número de 3,3 veículos/transportador no primeiro semestre de 2017, o que evidenciou a sustentação do mercado, pelo menos formal, pelas mãos empresarial (principalmente) e cooperativista. Durante esse período de propensão ao não registro de veículos, a frota de ETC chegou a representar mais de 62%. No ano de 2020, os números do RNTRC já registram média de frota por transportadora semelhante à de 2015.

Tais fatos podem ser observados na Tabela 2.1. Nota-se que diferentemente dos registros de TAC e ETC, de maneira singular a frota CTC aumentou em longo dos anos.

Tabela 2.1 - Quantidade de veículos por categoria de transportador

categoria	2015	%	2016	%	2017	%	2018	%	2019	%	2020	%
TAC	1161272	46,9	1209471	48,7	881125	46,8	618659	36,6	732960	38,1	809926	38,0
ETC	1294560	52,3	1255493	50,6	982379	52,2	1047777	62,0	1167848	60,7	1296157	60,8
CTC	18616	0,8	17222	0,7	18553	1,0	22250	1,3	24309	1,3	27394	1,3
Total	2474448	100	2482186	100	1882057	100	1688686	100	1925117	100	2133477	100

Fonte: ANTT, 2020

Analisando individualmente cada categoria de transportador fornecidos no Painel da ANTT (2020), foi justamente no período citado que a média de frota por transportador apresentou maiores números, o que pode ser visto como uma ausência histórica do principal corpo técnico no transporte rodoviário (no mercado formal). Isto pode ser observado na Tabela 2.2, que confronta o ano de maior recessão de registros com a atualidade. Ambos apresentam a mesma média, ou seja, é um dado enganoso ao ser analisado de maneira isolada. É notória a ulterior inclinação global ao cadastro entre 2018

a 2020 e a confiabilidade da análise se dá pela quantidade acrescida da frota de TAC, mesmo sendo quase metade em relação a ETC, representando aproximadamente 37% da frota brasileira formal, quando do ano de maior queda era de menos de 35%.

Tabela 2.2 - Frota média por categoria de transportador e geral – ano de maior recessão x corrente

Categoria	2017	2020
TAC	1,7	1,2
ETC	8,2	6,2
CTC	77,9	67,2
Média	2,4	2,4

Fonte: ANTT (2020)

Dados da ANTT (2012) demonstram que a média de idade dos veículos brasileiros de transporte rodoviário de carga naquele ano era igual a 14, e a relação de uso da frota empresarial era menor que a da autônoma. Como pode ser observado na Figura 2.3, atualmente o Brasil se encontra em momento similar, sendo a média de idade da frota de 13,88 anos e a parte responsável pela diminuição desta média, as ETCs mais uma vez (nem todas na verdade, por conta das diferentes envergaduras destas, sendo a maioria pequena).

Também se observa que a frota de TAC tem praticamente o dobro de idade, principalmente em se tratando dos veículos de tração, o que ocorre semelhantemente com pequenas empresas. Logicamente isso ocorre pelo poder de uma maior margem de lucro e consequente maior acesso a financiamento para médias e grandes empresas, utilizado para continuarem renovando seus veículos, enquanto um transportador autônomo dificilmente dispõe de tal aquisição (CNT, 2008).

Total 2.257.477		TAC 854.012	ETC 1.374.242	CTC 29.223		
		TAC	ETC	CTC	Total geral	
Automotor	CAMINHÃO SIMPLES (8T A 29T)	311.228	260.640	4.098	575.966	25,5%
	CAMINHÃO TRATOR	170.232	380.020	9.955	560.207	24,8%
	CAMINHÃO LEVE (3,5T A 7,99T)	102.415	70.351	1.292	174.058	7,7%
	CAMINHONETE / FURGÃO (1,5T A 3,49T)	87.044	45.943	502	133.489	5,9%
	UTILITÁRIO LEVE (0,5T A 1,49T)	14.647	7.009	134	21.790	1,0%
	CAMINHÃO TRATOR ESPECIAL	433	1.213	36	1.682	0,1%
	CAMINHONETA	1.159	334	31	1.524	0,1%
	VEÍCULO OPERACIONAL DE APOIO	310	517	3	830	0,0%
Implemento rodoviário	SEMI-REBOQUE	155.466	561.253	12.506	729.225	32,3%
	REBOQUE	10.676	45.165	580	56.421	2,5%
	SEMI-REBOQUE ESPECIAL	119	1.030	5	1.154	0,1%
	SEMI-REBOQUE COM 5ª RODA / BITREM	281	762	81	1.124	0,0%
	REB/MIMADO IRM NB	2	5	7	7	0,0%

Figura 2.1 – Número de transportadores no Brasil (Fonte: ANTT, 2020)

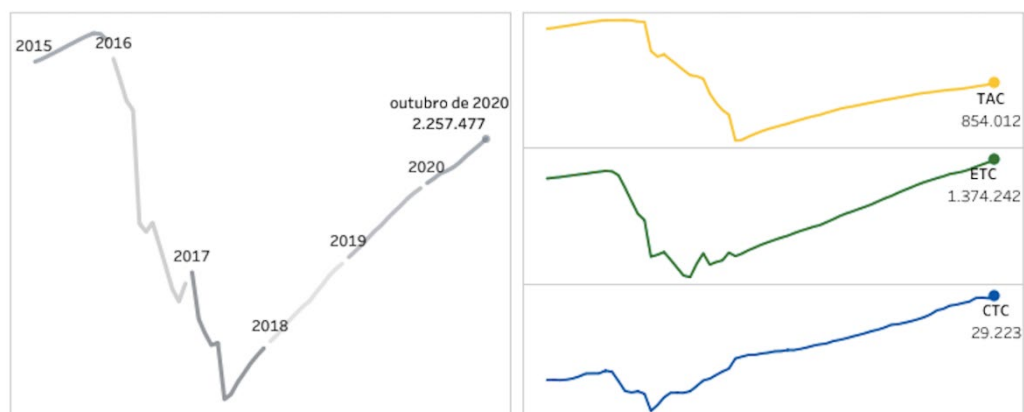


Figura 2.2 – Evolução do número de transportadores no Brasil (Fonte: ANTT, 2020)

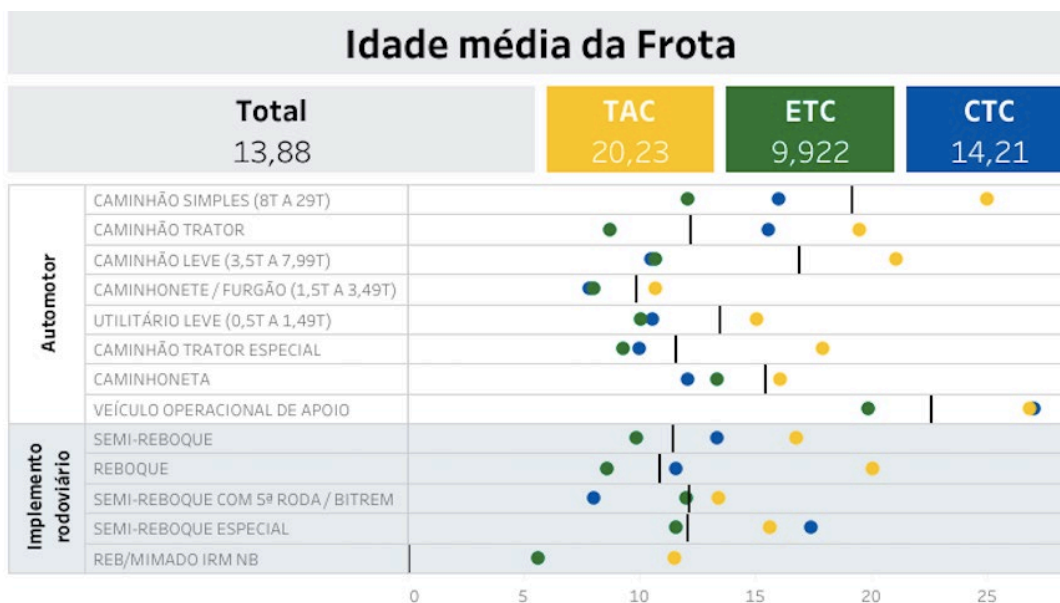


Figura 2.3 – Idade dos VTTC no Brasil (ANTT, 2020)

2.4 - PRINCIPAIS IMPACTOS DO TRC SOBRE A SUSTENTABILIDADE NO BRASIL

Sendo os três pilares da sustentabilidade os fatores econômicos, sociais e ambientais, este tópico tem por objetivo abordar estas questões à maneira que são associadas ao transporte rodoviário de cargas brasileiro.

Segundo Wanke e Fleury (2006), existe um conjunto de problemas estruturais no sistema de transporte de cargas brasileiro, que distorcem a sua matriz, contribuindo para o comprometimento, da qualidade dos serviços e da saúde financeira dos operadores, e principalmente, do desenvolvimento econômico e social. A dependência exagerada do modal rodoviário, muito por conta do desbalanceamento de investimentos e regulação, acabou por tornar baixa a produtividade no mercado, além de elevar o nível de insegurança e também os níveis de poluição ambiental ao utilizar um transporte de baixa eficiência energética. É preocupante que tais fatores ocorram simultaneamente à crescente importância do transporte geral de cargas para a economia nacional.

2.4.1 – Impactos econômicos associados ao TRC

Segundo a CNT (2017), o investimento federal, entre os anos de 2004 e 2016, não chegou a ser de 0,5% do PIB a fim de desenvolver ou até mesmo manter a infraestrutura do setor rodoviário. Inclusive nos anos de maior investimento, 2010 e 2011, a categoria recebeu, respectivamente, 0,25% e 0,26%. Em 2016, cerca de 65% dos investimentos foram

direcionados à manutenção de vias. Acerca desse aspecto, justamente no ano de maior investimento, o Instituto ILOS (2011) projetou, por exemplo, um orçamento em que o país necessitaria investir aproximadamente R\$ 812 bilhões caso que quisesse dispor de uma malha rodoviária tão adequada quanto a estadunidense (incluindo pavimentação e manutenção), e que este seria 19 vezes maior que a projeção do governo federal quando da implantação do PAC I, por exemplo.

A falta de investimentos se dá também a fatores externos. Ao analisar o fluxo rodoviário no ano de 2020, o país vive uma situação crítica e similar à recessão de 2014-16. A diferença é que naquela ocasião o fluxo de pesados esteve cerca de 12% abaixo do volume esperado, enquanto o de leves apenas 3,3%. Desta vez, foi o fluxo de veículos leves que sofreu maior redução – 60% no início para 25% no fim do primeiro semestre – enquanto o de pesados foi menos impactado, 26% no início e 12% no fim do primeiro semestre. Isso refletiu em uma dinâmica nem tão saudável pela perspectiva socioeconômica - 279.740 admissões contra 264.363 desligamentos - porém pode-se afirmar derradeiramente positiva dentro da categoria, criando 15.377 postos de trabalho. Os 21.519 vínculos perdidos no auge da crise, de abril a maio, foram mais do que compensados pelos 23.652 postos com carteira assinada de julho a agosto (CNT, 2020).

Anteriormente citada, a oferta exagerada influi diretamente na infraestrutura da categoria. Isto tende a gerar inúmeros custos, pois torna os trabalhadores mais suscetíveis a insegurança nas estradas, problemas crônicos de saúde, inclusive a acidentes. Este custo por acidentes rodoviários foi da ordem de 10 bilhões somente no ano de 2019, tendo sido de 156 bilhões no acumulado da década (CNT, 2020).

Além disso, os principais custos operacionais vitalícios no TRC estão associados também ao gasto energético dos veículos, que afeta a atmosfera pela emissão de GEE, além de motoristas, seguros, manutenção e pedágios.

2.4.2 – Impactos sociais associados ao TRC

Segundo a CNT (2019), foram registrados 12.778 acidentes nas rodovias federais envolvendo caminhões, destes causando pelo menos 790 óbitos. Kanauth et al. (2012) afirma que os motoristas de caminhão se encontram majoritariamente em situação precária, onde não possuem o veículo e trabalha de maneira autônoma.

Tais fatores propiciam aumento da jornada em detrimento dos direitos trabalhistas. Por sua vez, a renda aumenta e com isso também o consumo de anfetaminas. Cerca de 36,2% dos motoristas do Rio Grande do Sul consomem rebite para se manterem acordados. Implica-se então em maior jornada e se estabelece um ciclo que só aumenta a vulnerabilidade dos caminhoneiros. Isto os torna mais suscetíveis à depressão e acidentes, além de questões físicas estruturais (KANAUTH et al., 2012).

As causas mais comuns de acidentes envolvendo caminhões, segundo a CNT (2019), estão relacionadas ao sono, à produtividade e à negligência, ou seja, falta de descanso, longas viagens, cumprimento de prazos, excesso de confiança e uso de drogas. A Figura 2.4 traz as estatísticas de acidentes por tipo de veículo.

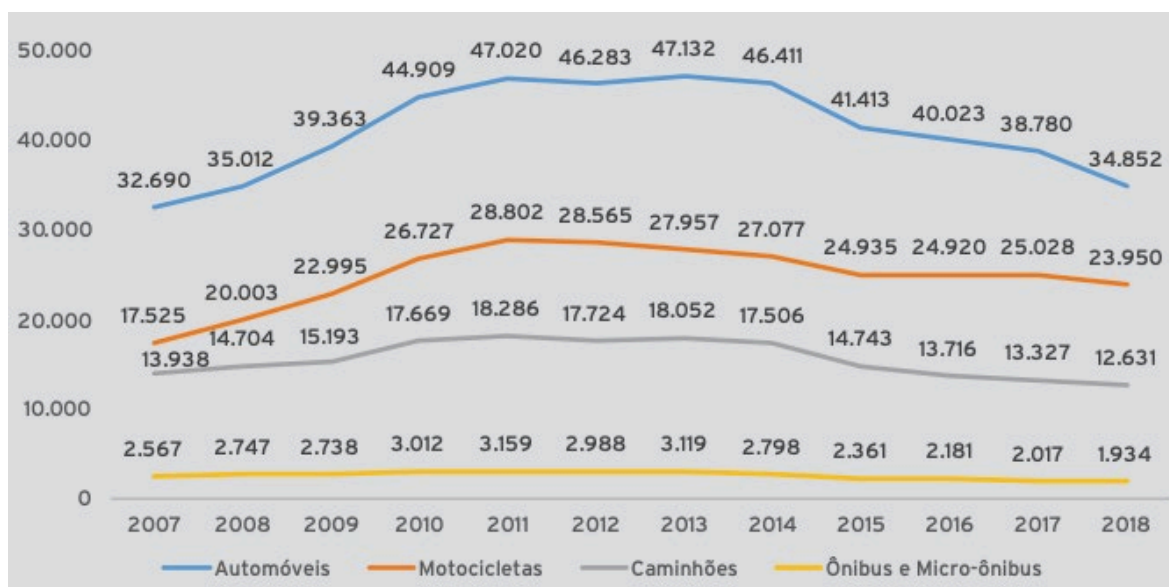


Figura 2.4 – Número de acidentes com vítimas em rodovias federais (Fonte: CNT com dados da PRF, 2019)

A vulnerabilidade dos motoristas se dá também através da segurança pública, como é possível inferir acerca do estudo da NTC&Logística (2013), o qual afirma que a quantidade de roubos de cargas registrada nas rodovias brasileiras naquele ano havia sido o maior dentre os 16 anos anteriores. Foi registrada alta de 5,5% em relação ao ano anterior, totalizando 15,2 mil casos, o que representou um prejuízo de R\$ 1 bilhão para o setor. A região Sudeste foi – e continua sendo – a região mais atingida, com 81,29% dos casos. Para o ano de 2020 os relatórios da NTC&Logística apontam queda mês a mês nas ocorrências, principalmente no Estado de São Paulo, porém não há melhoras concretas na infraestrutura e segurança pública para os transportadores, dando a entender que essa variação tem mais a ver com o momento pandêmico de 2020.

2.4.3 – Impactos ambientais associados ao TRC

O TRC é um ator de grande consumo energético. Houve aumento de 3,3% no consumo energético de 2018 para 2019, sendo o setor responsável pelo consumo de 84,9 Mtep. Pelo 2º ano consecutivo o setor de transportes superou a indústria em consumo de energia, responsável por 32,7% do consumo nacional. O consumo de 2019 em relação a 2018 para cada combustível foi: Gasolina -0,5%; Etanol +11,3%; Óleo diesel +1,9%; Biodiesel +9,4% (o crescente consumo de biodiesel se deve à política de adição deste combustível no diesel fóssil, que atingiu 11% em volume), além disso a participação de combustíveis renováveis neste consumo foi de 25% (EPE/MME, 2020).

Segundo o SEEG (2014), estudo feito pelo Observatório do Clima, o modal rodoviário é responsável por aproximadamente 60% das emissões de GEE no setor de transportes de carga brasileiro. Em 2013, o TRC foi responsável pela emissão de 101,2 gCO₂/TKU (gramas de CO₂ por tonelada.kilômetro útil). As emissões somadas dos demais modais naquele ano foi de 70 gCO₂/TKU.

Segundo a EPE (2020), em 2019 o total de emissões antrópicas associadas à matriz energética brasileira atingiu 419,9 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (Mt CO₂-eq), sendo a maior parte (193,4 Mt CO₂-eq) gerada no setor de transportes. Importante salientar que essa geração de GEE é relacionada à etapa de uso final dos combustíveis (tanque-roda).

Sabendo que o modal rodoviário perde apenas para o setor de serviços em consumo energético e para o industrial em emissões, isso ocorre não apenas pela utilização, houve um desperdício médio de 5% do volume total de diesel consumido no país por conta do tráfego em vias com infraestrutura inapropriada no ano de 2018. Foram consumidos desnecessariamente cerca de 876,78 milhões de litros, ou seja, uma emissão adicional de 2,32 MtCO₂eq. Em suma, seria necessária a plantação de 14 milhões de árvores, para que se retirasse estas emissões de CO₂ da atmosfera. Esta ação levaria praticamente duas décadas para compensar o dano pelo desperdício apenas em 2018 (CNT, 2019).

Sob esta óptica, a CNT (2015) projetou implementação de um programa nacional de sondagem (entrevistas) acerca da eficiência energética do setor, no qual se visava o treinamento de motoristas, dentre outros indicativos que estimulasse as empresas a adotarem medidas de redução no consumo de diesel. O combustível é o principal insumo do setor, respondendo entre 30% e 40% de seu custo operacional. Portanto existe benefício

econômico e ambiental associado à redução desse consumo. A Figura 2.5 apresenta o interesse das empresas em melhorar sua eficiência neste aspecto.

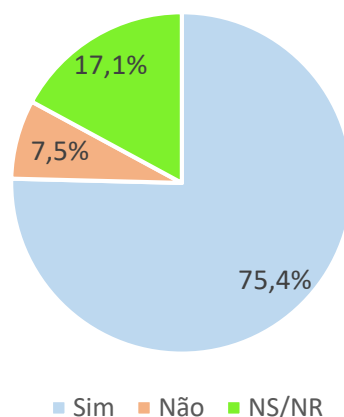


Figura 2.5 – Disposição das empresas em investir em eficiência energética (CNT, 2020)

Cerca de 74,6% das empresas ouvidas pela CNT afirmaram dispor de tecnologias veiculares que auxiliem na redução de consumo de diesel. Aproximadamente 48,2% do total afirmaram redução de até 6% após o treinamento de motoristas e 22,1% afirmaram redução de até 12%.

Além disso, existe o Programa Ambiental do Transporte “Despoluir”, em que são oferecidos aos transportadores serviços de avaliação ambiental da frota a diesel, com aferição dos veículos para o controle da emissão de fumaça preta. A sondagem traz também o comportamento das empresas em relação a indicadores ambientais. Destas, cerca de 96% monitoram uso de combustível (aproximadamente 75% das empresas usam tecnologias veiculares para isso); 66% fazem controle de uso da água; 63,1% monitoram a geração de RSU; 61% controlam uso da energia elétrica; 59,3% monitoram suas emissões; e 49% fazem controle da geração de efluentes.

Existem ainda outros fatores de poluição ambiental, como derramamento de óleos diversos por acidente e manutenção precária, além de ruídos, principalmente em áreas de preservação, afetando diretamente a fauna e a flora destas. São problemas mais pontuais, então as pesquisas neste campo tendem a ser dificultadas por serem microrregiões, ou seja, estudos não muito abrangentes, e por serem fatores menor usualidade de quantificação, bem como os impactos associados a tais.

2.5 TÓPICOS CONCLUSIVOS

É nítida a importância do TRC para a economia brasileira. Além de sua influência direta na logística e no alcance dos mercados, o transporte terrestre é o maior empregador formal dentre todos os modais (70%), sendo mais de 60% destes vinculados ao modal rodoviário (CNT 2019). Este fator aumenta a demanda por mudanças, a categoria carece de uma infraestrutura rodoviária como a disponibilizada nas principais potências mundiais.

Sabendo que política econômica associada ao TRC é desbalanceada, fica evidente o gargalo do setor, atingindo de maneira direta os trabalhadores envolvidos e o meio ambiente. Tais fatores direcionam cada vez mais a uma política de concessão. Concessionárias investem mais do que o dobro por km em relação à gestão federal, tendo sido alocado aproximadamente R\$ 50 bilhões por estas entre 2004 e 2016 (CNT, 2017).

As transformações necessárias passam pelo investimento no aporte modal como um todo, além de política regulatória mais incisiva, tanto acerca da infraestrutura, quanto acerca da legislação punitiva no caso dos assaltos - dado que é um dos maiores problemas do setor -, é necessário pensar em alternativas que façam com que as decisões de transporte de carga (outros modais) reflitam proporcionalmente aos custos fixos e variáveis, assim mantendo o mercado operando de maneira que não se onere mais ainda o transportador (WANKE e FLEURY, 2006).

Como visto, os transportadores autônomos, são os que têm maior propensão ao mercado informal, aumentando seus riscos; enquanto as pequenas empresas tendem a ser as mais vulneráveis economicamente. São os TAC que possuem a frota mais antiga, o que influi na segurança, no gasto, e na qualidade do serviço, além de condições insatisfatórias de trabalho impostas a todos os motoristas do setor. Corroborando esta ideia, dados da CNT (2019) apontam que os transportadores rodam em média 8.561,3 quilômetros por mês; trabalham em média 11,5 horas por dia e 5,7 dias por semana. Ainda, 42,6% procuram profissionais de saúde para prevenção; 19,6% só procuram quando os sintomas da doença se agravam; 13,2% não costumam procurar profissionais de saúde; 85,3% não possuem plano odontológico.

Quanto aos dados trazidos pela sondagem sobre eficiência energética da CNT de 2015, são obviamente indiretos. Não existe aferição regulatória direta sobre tais indicadores ambientais. Outro ponto a ser levantado é que a pesquisa é feita com as ETC, que dispõem de maior quantidade, e também de maiores formas de acesso, desse tipo de informação em

relação aos transportadores autônomos. Além disso, a forma mais completa de monitoramento de indicadores passa pelo gasto direto de recursos, que vem a ser o uso de combustível. Apesar disso, é importante frisar que as ações de contenção ambiental existem no setor pela maioria das companhias no mercado e tendem a aumentar se preocupar com o impacto por essa perspectiva.

A implantação de veículos autônomos rodoviários de carga consiste na possibilidade de se criar uma nova política estrutural para o setor, com diversos benefícios relacionados às questões trazidas por este capítulo, e é o objeto de estudo do Capítulo 3.

3 - VEÍCULOS AUTÔNOMOS RODOVIÁRIOS DE CARGA

3.1 - APRESENTAÇÃO

Tendo sido apresentados, no capítulo 2, os conceitos, definições e justificativas do uso de TRC, pode-se aplicar, de maneira genérica, a visão de tais fatores acerca do setor em se tratando de veículos autônomos rodoviários de carga, uma vez que este apenas se difere pelo aspecto evolutivo tecnológico. Com isso, visa-se nivelar a capacidade de adoção da categoria frente aos impactos associados ao seu uso.

Assim, o objetivo deste capítulo reside em apresentar o conhecimento científico agregado sobre VARC, obtido a partir da Revisão Sistemática da Literatura (ver Anexo I), ou seja, baseado nas principais abordagens acerca deste tema no atual estado da arte, além de aplicar esta análise no contexto brasileiro. Este estudo amparou o desenvolvimento do Capítulo 4.

3.2 - CONTEXTUALIZAÇÃO DOS VEÍCULOS AUTÔNOMOS RODOVIÁRIOS DE CARGA

Tecnologias de conexão, automatização ou de autonomia (VAs) estão em rápido desenvolvimento, de modo que parecem prontas para substituir, em um futuro próximo, os veículos convencionais (VCs) e apoiar ainda mais a disseminação de veículos para transporte de pessoas e mercadorias. Por outro lado, pode ser facilmente antecipado que o tempo necessário para transformar o estoque existente de VCs em VAs vai durar vários anos, durante os quais o tráfego misto é esperado. Uma mudança tão grande tende a não ser orientada apenas pela tecnologia por requerer uma análise cuidadosa de seus diversos impactos (CANTARELLA E DI FEBBRARO, 2017).

Primeiramente é importante definir os conceitos básicos sobre a tecnologia presente em veículos autônomos (VAs), já que são premissas aos modelos rodoviários de carga. A habilidade de autonomia, especialmente em transportes rodoviários, é o objeto de estudo deste capítulo, inclusive em caminhões que possuem tecnologias convergentes – por exemplo, os de consumo elétrico.

Os VARC possuem diferentes níveis de automação, e suas definições são resumidas por Sivanandham e Gajanand (2020): o sistema de direção, segundo a *Society of Automotive Engineers* (SAE), semelhantemente à NHTSA, lida com seis graus de controle baseado em

seu nível de automação (SAE Nível 0-5), sabendo que no SAE nível 0 não existe automação. Aos demais, automatizados, os controladores longitudinais são responsáveis por regular a velocidade de navegação e os sistemas de frenagem (Controle de Cruzeiro Adaptativo – ACC), enquanto os controladores laterais lidam com a direção e rastreamento de caminho, como assistência e mudança de faixa. No SAE Nível 1, o controle longitudinal ou o controle lateral do veículo é automatizado, mas não ambos. No SAE Nível 2, a automação parcial do controle lateral é esperada, mas um motorista é ainda necessário. A partir daí o controle das funcionalidades é gradativo conforme o nível se torna maior, de modo que no SAE Nível 5 o controle seja absoluto e um motorista não seja mais essencial.

Além disso, quando se trata do transporte rodoviário de carga, a autonomia está profundamente ligada à tecnologia de Conexão Veicular (CV), responsável pela formação de pelotões. O pelotão é uma conformação de veículos próximos uns dos outros, que dirigem com um sistema de direção automatizada e de comunicação inter-veicular (podendo ocorrer também entre diferentes marcas), agindo coordenadamente, possibilitando ser feito transporte de carga em conjunto, havendo entre estes um veículo líder que direciona os demais. A Figura 3.1 apresenta o esquema de pelotão.

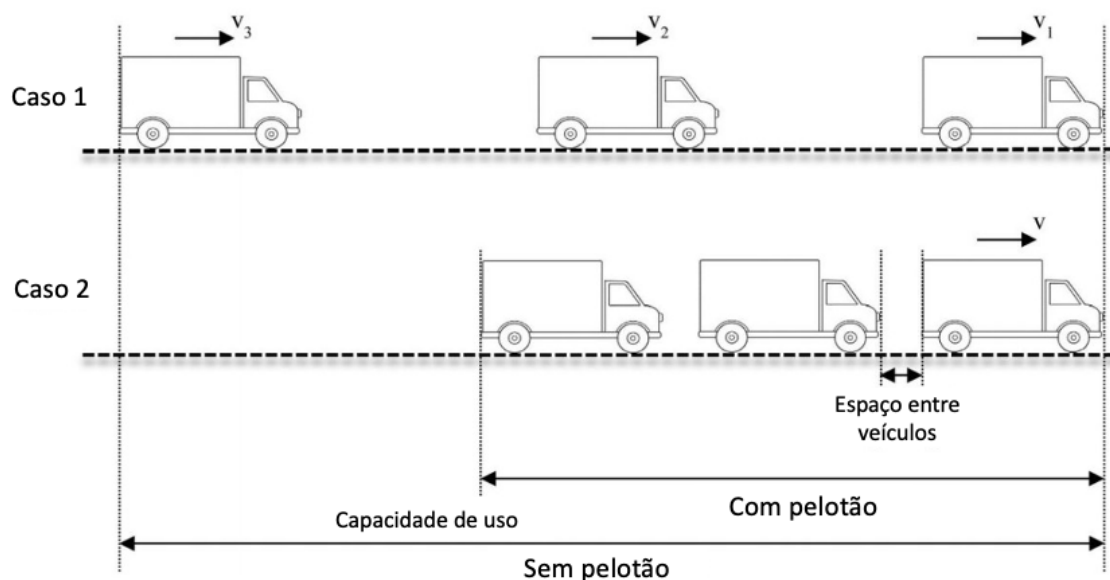


Figura 3.1 – Modificação do espaço pela formação de pelotões (Fonte: Sivanandham e Gajanand, 2019)

O pelotão pode ser empregado em todas as categorias de VAs (carros, caminhões, veículos especializados), além disso, é uma tecnologia atraente para a indústria de transporte devido

ao seu benefício potencial de melhorar a segurança rodoviária, economia de energia e emissões, e também de suavização de tráfego. Esses fatores são influenciados por variáveis de arraste aerodinâmico. O veículo principal também se beneficia da diminuição do arrasto, mas apenas em uma extensão limitada. Estudos estabeleceram que, além da redução da resistência do ar experimentada pelos veículos sucessores, a resistência do ar também é reduzida no veículo principal por conta da anulação do arraste de pressão traseira. No presente trabalho, o termo 'pelotão' faz referência ao modelo de formação dos VARC. Portanto, em relação à automação destes, espera-se que veículos com tecnologia de nível 3 em diante já sejam capazes de viajar dessa maneira (SIVANANDHAM E GAJANAND, 2020).

Os benefícios são diversos em relação a adoção da tecnologia. Gechter et al. (2017) trazem um estudo de 2012 implementado nos arredores de Estrasburgo, França, o qual constatou que 233.000 viagens semanais devido ao transporte de mercadorias produziram 34.000 toneladas de CO₂. Além disso, do ponto de vista humano, estas dificuldades têm também um impacto não negligenciável nas condições sociais e de segurança do condutor (pressão de horários, etc). Esta questão é um dos desafios mais importantes para o futuro da mobilidade e para a eficiência ambiental das cidades.

Como abordado por Monios e Bergqvist (2019), embora o tema de VAs possa ser facilmente vinculado aos emergentes tópicos de Cidades Inteligentes, Indústria 4.0 e mobilidades autônomas, os VARC foram pouco discutidos até agora em pesquisas acadêmicas. Algumas empresas estão iniciando investimento e comercialização de veículos que ofereçam capacidade autônoma em conjunto com motoristas humanos (nível 3-4 de autonomia), uma vez que obter permissão para este modelo em vias públicas é um processo facilitado. Em alguns casos, o motorista precisa monitorar as operações e estar pronto para ajudar (nível 3), enquanto em outros o controle de operação é entregue inteiramente à Inteligência Artificial (IA) durante os trechos pré-estabelecidos na estrada (nível 4). Não são apenas os veículos em si ou mesmo as rotas físicas, mas o controle de tráfego e o manuseio de informações são fundamentais para a mobilidade automatizada. Essa importância crescerá à medida que as redes inteligentes surgirem no futuro. Atualmente o foco está na transição do espólio veicular (VTs) para VAs, e assim que esta estiver generalizada, a próxima questão será explorar todo o potencial e valor da gestão automática de frota, reserva, roteamento e otimização.

Os mesmos autores trazem ainda estudos de casos de empresas que têm testado ultimamente VARC em níveis 3-4 e 5 de automação. São os casos das companhias Otto (1) e Volvo (2):

Caso 1. Serviço de transporte completo utilizando autonomia apenas em rodovias. A primeira entrega feita por veículos autônomos no mundo em vias públicas ocorreu em outubro de 2016. A startup californiana Otto, entregou 50.000 latas de cerveja, percorrendo aproximadamente 200km entre Fort Collins e Colorado Springs, no Colorado, EUA. A empresa adaptou caminhões existentes com a tecnologia autônoma, o que custou cerca de US \$ 30.000 por veículo. Sob este modelo, o motorista humano controla o veículo nas estradas menores, o modo autônomo somente é acionado nas seções aprovadas das estradas principais, portanto, não há necessidade de um terminal de intercâmbio. Durante tais trechos de operação autônoma, o motorista entregou o controle inteiramente ao veículo, de maneira que foi movido para fora da cabine, o que comprovou o nível 4 de autonomia. Posteriormente, a empresa foi comprada pela Uber, mas após certa expansão inicial para entregas comerciais no Arizona, a empresa decidiu se concentrar em carros autônomos ao invés de caminhões e acabou por encerrar o programa em 2018. Muitas outras empresas estão na fase de inicialização, até mesmo por fundadores da Otto, (por exemplo, TuSimple, Thor Trucks, Pronto.ai e Aurora) ou já comercialmente ativas. Inclusive, a TuSimple estava operando serviços comerciais em três rotas no Arizona, com uma frota de 11 caminhões e planejava expandir para 50 veículos até o fim daquele ano.

Caso 2. Veículos Elétricos Autônomos (VEA). A Volvo já utiliza veículos autônomos especializados de nível 5 em estradas particulares (minas e portos) na Noruega. Enquanto estes são caminhões regulares adaptados com autonomia, o veículo em questão desenvolvido pela companhia possui um sistema veicular totalmente elétrico e autônomo, denominado VERA (Figura 3.2). Esses veículos não incluem nenhuma das instalações ou mecanismos de operação para humanos, o que reduz os custos de fabricação, bem como o custo de trabalho do motorista. Recentemente a empresa fez uma parceria com a DFDS - empresa dinamarquesa de transporte internacional e logística - para estabelecer um serviço de transporte de contêineres entre um armazém e o porto de Gotemburgo, Suécia, incluindo uma curta distância na via pública. Outro VEA ou VEARC produzido por uma empresa também sueca, Einride, entrou em operações comerciais em parceria com a DB Schenker - fração de mercado de uma ferroviária alemã - movendo mercadorias dentro de uma das suas instalações em Jönköping, Suécia.



Figura 3.2 – VERA (Fonte: Volvo, 2020)

3.3 – FATORES TECNOLÓGICOS, AMBIENTAIS E DE INOVAÇÃO NA ACEITAÇÃO DE VARC

Absolutamente todos os autores revisados afirmam que os principais benefícios oferecidos pela implantação de veículos autônomos são relacionados à segurança, melhora de tráfego, redução de emissões e de consumo de combustível.

Neste intuito, as pesquisas dos autores previram os fatores que mais contribuem ou são mais comuns no processo de adoção dos VARC. Isto a partir da perspectiva dos *stakeholders*, ou seja, como tais aspectos associados influenciam o comportamento e aceitação da tecnologia de especialistas, entidades públicas e clientes, bem como seus respectivos impactos.

As variáveis levantadas por este estudo estão inter-relacionadas, de modo que são fatores afetos. Aqui foram analisados à maneira que interagem e quais são os efeitos sociais, econômicos ou ambientais associados, feito de modo que para cada um dos atributos, foi referido quais são as possíveis mudanças a serem sofridas, sendo todos motivadores da adoção de tecnologias para VARC. Os objetos de estudo desta seção:

- a. Política e regulação;
- b. Infraestrutura e tráfego;

- c. Aspectos tecnológicos e de inovação;
- d. Custos e produtividade
- e. Segurança rodoviária;
- f. Consumo energético;
- g. Emissões de GEE;
- h. Desempenho e Facilitação;
- i. Sensibilidade ao preço; e
- j. Hedonismo.

A seguir, a análise destes aspectos concernentes à implantação.

a) Política e Regulação

A política é uma das chaves de implantação de VARC's, pois sua penetração nas esferas sustentáveis é direta, bem como em outros fatores contribuintes, exemplo da infraestrutura, da inovação, da tecnologia. São respostas normativas e viabilizadoras a projetos tecnoevolutivos. As questões socioambientais inclusas nas deste caso são demandas de um aparato legal moderno, uma vez que o mercado será afetado pela possível intermodalidade de transportes de carga com a adesão de veículos autônomos e todas as suas variáveis. Portanto são necessárias regulamentações acerca das mudanças impostas pela tecnologia, bem como de condições de trabalho adequadas mediante os níveis de automação.

Isso pode ser constatado, por exemplo, pela política climática global, vide Acordo de Paris, sendo um dos motivadores dos estudos de Sivanandham e Gajanand (2020), na Índia, e Anderhofstadt e Spinler (2020), na Alemanha. Estes últimos elaboraram um estudo sobre a preferência de caminhões autônomos movidos a combustíveis alternativos em empresas, constatando ser, a política, uma das principais bases sociais de influência, como são os motivadores emocionais e cognitivos e a pressão social daqueles que cercam o indivíduo questionado.

Os autores alemães afirmam que existem várias barreiras para a difusão generalizada de veículos autônomos que precisam ser resolvidas para aproveitar as vantagens da tecnologia, como uma estrutura de certificação consistente, que leve em conta questões de seguro e responsabilidade, segurança eletrônica e questões de privacidade.

Para os autores indianos a disponibilidade tecnológica e projetos de testes e requisitos técnicos são intimamente dependentes das políticas de regulação, e, somente a partir destes

fatores é que a adoção de VARC, e a consequente formação de pelotões, por exemplo, é possibilitada. Os formuladores de políticas devem se concentrar em maximizar os benefícios de níveis mais baixos de automação primeiramente e visar o progresso para automação de nível 4 após consideração cuidadosa.

Ainda segundo tais autores, níveis mais altos de automação representam desafios regulatórios para os fabricantes de VA. Os sistemas autônomos exigem um repensar das políticas regulatórias para teste, implantação, cibersegurança, responsabilidades, seguro, ética e manutenção da infraestrutura. Os principais desafios nesse sentido são de encontrar padrões técnicos significativos e de consistência legal a fim de que se chegue a uma nova jurisdição. A falta de clareza em um nível de política pode dificultar a adoção de pelotão ou qualquer aplicação de VAs.

Monios e Bergqvist (2019), reforçam a ideia de que são necessários nos EUA: aprovação regulatória para autonomia atualmente acontecendo para longas distâncias intermodais; financiamento público para atualizações de infraestrutura; aprovação regulamentar para, por exemplo, segurança, velocidade, etc., bem como regulamentação de poder do mercado.

Como se espera que os VARCs aumentem sua presença tanto no mercado quanto na dinâmica do transporte diário durante os próximos anos, deve-se dizer que as ações comunicativas relacionadas aos recursos, benefícios e restrições de VA devem ser responsáveis, realistas e (além do lucro industrial) sistematicamente supervisionadas por órgãos públicos e formuladores de políticas no planejamento de transporte, mesmo quando isso implicar em desvantagens potenciais para os dirigentes do mercado (MONTORO et al., 2019).

Vista a importância da legislação para possibilidade de adoção de VARC, os fatores seguintes dizem respeito às questões aqui abordadas de maneira mais específica.

b) Infraestrutura e Tráfego

A infraestrutura, como dito durante todo este estudo, é um fator básico e fomentador do mercado de veículos autônomos. É influenciadora direta do fluxo rodoviário, ainda mais atrelada às tecnologias de automação e seus consequentes métodos. Sua relação com a tecnologia e a regulação são cíclicas e proporcionam ou não a adoção de caminhões inovadores. Para os especialistas entrevistados por Anderhofstad e Spinler (2020), os aspectos de maior importância são a autonomia máxima do veículo e os pontos de

recarga/reabastecimento, que tem ligação direta com o primeiro aspecto. Diante disso, é necessário abordar a infraestrutura disponível para esse tipo de adesão tecnológica.

Tais autores, além de Monios e Bergqvist (2019), enxergam que uma infraestrutura abrangente de reabastecimento/recarga é um pré-requisito para a utilização de veículos de baixa emissão (elétricos, a gás, etc.). Além disso, é necessário que a condição física e a disponibilidade logística (ou ainda intermodal) das rodovias não tornem a rotatividade (desgaste) dos veículos mais onerosa.

Sivanandham e Gajanand (2020) reforçam esta última ideia, pois sabendo que a utilização dos VARCs é eminente, são necessárias modificações nas infraestruturas atuais para receber um maior número de pelotões, já que esta metodologia de transporte tende a ser amplamente utilizada por conta da capacidade tecnológica dos veículos seu poder otimizador. Tais mudanças pelos pelotões estão relacionadas à capacidade longitudinal e lateral das estradas e redes rodoviárias dedicadas podem ser necessárias para melhorar o desempenho da rede e o rendimento do veículo. Outro aspecto relevante em pelotões é que o pequeno espaçamento entre os veículos, combinado com tecnologia de direção automatizada, é benéfico porque pode ajudar na mitigação de congestionamentos e aumentar o fluxo dentro do tráfego, além de maximizar o uso da infraestrutura rodoviária, aumentando seu rendimento.

Sobre isso, Monios e Bergqvist (2019) afirmaram que em um ambiente já construído, a demanda por milhares de novos terminais em cruzamentos de rodovias representará um desafio para os planejadores, uma vez que, para muitos estudiosos, como Sivanandham e Gajanand (2020), existe a ideia de que não é possível prever o que ocorrerá com o tráfego, pois a implantação de pelotões autônomos tende a reduzir os tempos de viagens, o que significa dizer que as condições de fluxo e congestionamento podem mudar dinamicamente ao longo do tempo. Portanto, será necessário direcionar o desenvolvimento de maneiras que não afetem negativamente o fluxo de tráfego atual. O projeto apresentado por Gechter et al. (2017), por exemplo, visa incluir os VARC de *Last Mile Delivery* (atualmente responsável por 20% do tráfego urbano) à rede de transportes públicos, afirmando não haver necessidade de introduzir uma nova rede de transporte que geralmente leva a uma mudança do congestionamento de tráfego das vias principais para as estradas secundárias.

Em relação a isso, tanto para Dirsehan e Can (2020) quanto para Ross e Guhathakurta (2017), a solução para o tráfego passa também pela ideia do compartilhamento de veículos, até mesmo por que tende a facilitar o estabelecimento de comunicação com a central de mobilidade.

Essas comunicações ocorrerão em redes rodoviárias dedicadas, que dizem respeito à comunicação dos veículos entre si (V2V) e à comunicação do veículo com os servidores locais e regionais (V2I) para negociar manobras. A reavaliação dos projetos de melhoria da capacidade do sistema rodoviário com relação à inclusão de VAs deve ser mantida em mente para que as modificações futuras não se tornarem caras. Portanto, modelos estruturais devem priorizar as instalações de suporte, como coleta dinâmica de taxas de usuário, área de preparação e modificação dos servidores centrais de mobilidade para VAs (SIVANANDHAM E GAJANAN, 2020 apud RELATÓRIO MCKINSEY, 2019).

Como já relatado, principalmente para VEARCs, existe a necessidade de adaptação da infraestrutura em sistemas intermodais, porém são adaptações flexíveis. O sistema intermodal tem barreiras embutidas para ajustes rápidos de capacidade, uma vez que o manuseio da infraestrutura das vias, da superestrutura do equipamento e dos horários da rede precisam de tempo para serem ajustados. No caso dos VEAs, os recursos podem ser adicionados mais rapidamente, ou seja, serem redirecionados pelo servidor central e enviados para rotas onde há uma demanda atual. O transporte rodoviário supera o intermodal em termos de flexibilidade e os VEAs agregam outra dimensão devido à possibilidade de gerenciamento de fluxo automatizado. Este tipo de implantação ágil e flexível de capacidade em um sistema dinâmico é, portanto, um novo nível de serviço no sistema de transporte, enfatizando o importante papel destes veículos não apenas como uma ferramenta para realizar fluxos estáveis e previsíveis de bens e mercadorias, mas também como uma ferramenta para ajustes de amortecimento e capacidade do sistema (MONIOS E BERGQVIST, 2019).

Em contrapartida, os últimos autores afirmam que a infraestrutura é dependente de terminais elétricos que precisam de um fornecimento de energia de alta capacidade, o que pode ser um problema para algumas regiões, pois pode haver risco de falta de eletricidade e falta de infraestrutura para fornecer mais eletricidade. O parâmetro fonte de alimentação precisa ser um fator de localização importante adicional para os planejadores considerarem que a dinâmica do suporte. Além disso, dadas as características atraentes de VEARCs,

seria possível acarretar em grandes volumes de tráfego e aumentar o desgaste da infraestrutura.

Hudson et al. (2019) afirmam que outros aspectos ainda devem ser considerados. Os benefícios com VAs tendem a ser maiores em grandes áreas urbanas onde a infraestrutura, como sensores de beira de estrada, é mais provável de ser desenvolvida e, devido à maior densidade populacional, o potencial para compartilhamento de veículos é maior. Em áreas rurais, e mesmo em cidades pequenas, isso é menos provável. As pessoas podem ser menos favorecidas pela tecnologia, pois a infraestrutura técnica pode não estar disponível para tirar o máximo proveito e os ganhos sobre congestionamento e poluição também serão menores. Portanto, os governos devem tentar garantir que o benefício da tecnologia fi atende a todos, incluindo aqueles fora das grandes cidades, pela construção da infraestrutura apropriada.

c) Aspectos Tecnológicos e de Inovação

O investimento tecnológico aplicado internacionalmente é massivo. Principalmente em países europeus, EUA e Singapura, a experiência e a pesquisa são projetadas a partir da percepção social. Neste estudo em específico considerou-se a relação de admissão de risco à nova tecnologia. A mudança tecnológica leva à mudança social. A tecnologia de automação não pode atingir seu potencial se os usuários não a adotarem e se ela não estiver associada à confiança durante os estágios introdutórios de implementação (DIRSEHAN E CAN, 2020).

Importante dizer que o risco percebido, utilidade percebida e facilidade de uso percebida são quesitos técnicos abordados comumente por pesquisas de aceitação de novas tecnologias. Portanto, a admissão de risco se encaixa, segundo Kapser e Abdelrahman (2020), em um conjunto de normas subjetivas, bem como a adoção de inovações - dependente dos fatores de percepção citados - compostas também pelos motivadores sociais (influência de pessoas importantes para o indivíduo) e políticos (regência do coletivo).

Tais normas preveem adesão a veículos autônomos conectados e é observado que é difícil contar com experiências anteriores no caso de inovações radicais devido à falta de informação e experiência. Conseqüentemente, os indivíduos precisam contar com sua rede social, mas também podem estar sujeitos à comunicação da mídia de massa (seleção de informações). A atitude em relação aos veículos autônomos conectados é, portanto,

dinâmica e varia ao longo do tempo à medida que os usuários em potencial se comunicam com clientes satisfeitos e insatisfeitos (ANDERHOFSTADT E SPINLER, 2020 apud TALEBIAN E MISHRA, 2018).

É unânime entre os autores revisados que não somente a segurança percebida, mas a confiança e atribuição de valores na fase de aceitação popular dos VARC tendem a ser confundidas pela falta de informação precisa acerca das possibilidades reais que a tecnologia oferece. Fatores já relatados (mídia, círculo social, etc.) muitas vezes influenciam a percepção do público de maneira negativa, além do fato de que o avanço da indústria de carros e caminhões autônomos está em um patamar muito mais a frente do que a maioria das pessoas imagina, como abordam Anderhofstadt e Spinler (2020).

Em reforço a esta ideia, Montoro et al. (2019) relatam um experimento feito por Pettigrew et al. (2018b), em que descobriram que apenas cerca de metade dos australianos (45% a 54%) acreditam que os VAs possam diminuir acidentes de trânsito, emissões poluentes, estresse e lesões nas estradas e, portanto, podem aumentar a segurança também de usuários vulneráveis (pedestres, ciclistas, etc.). De modo geral, tais estudos mostram não apenas a desconexão entre os avanços da tecnologia automotiva e as informações recebidas pelo público, mas também uma crescente falta de confiança nas melhorias potenciais que avanços com veículos autônomos podem representar para a dinamização e segurança do transporte.

Os estudos de Kapsler e Abdelrahman (2020) afirmam que VAEs são considerados 'ecologicamente corretos' e 'inovadores', enquanto no lado negativo são considerados 'estranhos', 'perigosos' ou 'não confiáveis'. Recomenda-se testes-piloto e campanhas para persuadir os gestores de frota a adotar veículos autônomos ecológicos, a experiência “prática” serve para reduzir o ceticismo em relação a produtos inovadores. Acredita-se que a aceitação de novas tecnologias está relacionada a regulação de uso destas, sendo necessário o habituar o comportamento do indivíduo em relação a tais.

Privacidade e cibersegurança é outra área, que por sinal envolve esforço político, a ser pesquisada extensivamente, já que a tecnologia de rastreamento em veículos é necessária para identificar os fatores que causam acidentes e mitigar a responsabilidade do produto, mas, ao mesmo tempo, a privacidade dos dados pessoais também deve ser mantida para o usuário, uma vez que, as pessoas também estão preocupadas com *hacking* de software ou questões legais ao usar veículos autônomos. Um sistema de segurança cibernética a bordo

que pode se defender contra-ataques cibernéticos e proteger os dados do usuário é fundamental para operar o veículo com segurança (SIVANANDHAM E GAJANAND, 2020; ANDERHOFSTADT E SPINLER, 2020; HUDSON et al., 2019).

Dirsehan e Can (2020) afirmam que os indivíduos geralmente confiam em um sistema automatizado se ele se comportar da maneira que esperam, portanto tenderiam a usar VAs caso descobrirem que podem confiar na tecnologia para questões de proteção e segurança. Por exemplo, sem a experiência ou informação necessária, Anderhofstadt e Spinler (2020) afirmaram que em suas pesquisas, nenhum dos caminhões inovadores apresentados seria preferido a um caminhão convencional a diesel pelos especialistas.

d) Custos Operacionais Vitalícios, Produtividade e Empregabilidade

Anderhofstadt e Spinler (2020) afirmaram que seus resultados de pesquisa corroboram a ideia de que as empresas, em comparação com clientes privados, são mais propensas a comprar veículos mais caros que se beneficiam de custos operacionais mais baixos no longo prazo. Também é importante notar que a decisão dos gestores de frotas é mais complexa em comparação com as famílias privadas, pois envolve investimentos muito maiores, vários veículos e diferentes padrões de direção.

O estudo também mostrou que os custos de combustível atuais e futuros são mais importantes do que o preço de compra de caminhões autônomos de baixa emissão, pois os custos de combustível respondem pela maior parte das despesas anuais com caminhões. O custo total de propriedade de um caminhão diminui significativamente ao adotar VARC's médios e pesados, podendo ser reduzido em 9% ao usar o nível 4 de direção automatizada e em 35% no caso de nível 5 (autonomia total). De acordo com a teoria econômica, menores custos operacionais aumentam a atratividade de um veículo. Portanto, os custos operacionais ao longo da vida de com redução de até 40% em relação aos caminhões diesel de última geração serão claramente preferidos.

Por mais que os custos operacionais de VARC's movidos a combustível alternativo possam ser afetados negativamente por custos de combustível caros de sistemas de propulsão inovadores (como CCE), como hidrogênio ou custos crescentes de eletricidade, os especialistas entrevistados concordaram que estes custos provavelmente diminuirão devido ao aumento da demanda de 2030 em diante. Além disso, presumem que os incentivos governamentais ajudarão ainda mais a reduzir os custos operacionais de veículos de baixa emissão, que serão mais elevados para os veículos elétricos, em comparação com os

movidos a gás. Portanto, é improvável que caminhões a gás natural se beneficiem de custos operacionais mais baixos em médio e longo prazo, apesar da disponibilidade de tecnologia de direção automatizada de nível 3-4.

Os motores elétricos são muito mais simples do que os motores de combustão. Isso significa que são mais baratos de construir e manter, sendo mais atraentes para os compradores e, ao mesmo tempo, reduzindo algumas das vantagens competitivas dos fabricantes, à medida que o produto se torna mais genérico. Em contrapartida, dadas as muitas características atrativas dos VEAs, há um risco real de grandes volumes de tráfego mudando do transporte intermodal, o que poderia aumentar o número de veículos nas estradas. Uma possível resposta política poderia ser cobrar pela manutenção das estradas, evitando congestionamento. Um ponto relacionado é que a mudança para a eletricidade levará a uma grande queda nas receitas fiscais dos combustíveis. Uma possível solução seria a tributação que visa tanto os VEAs quanto os veículos tradicionais de forma semelhante forma, por exemplo, tributação de veículos dependente da distância (MONIOS E BERGQVIST, 2019).

Para Hudson et al., (2019), o impacto sobre os preços mais baratos devido aos custos de transporte reduzidos está relacionado principalmente aos caminhões. Os custos pessoais de VARC, em contrapartida, oferecem uma capacidade de preservação de vidas e material, já que custos com acidentes e congestionamento, por exemplo para a Turquia, representaram cerca de 3% do PIB em 2018 (DIRSEHAN E CAN, 2020).

Em benefício, existe a possibilidade de mercadorias mais baratas, com menores custos de entrega para todos devido à redução dos custos de transporte, mas mesmo que as previsões com VAEs sejam vistas dessa forma, não está claro se esses custos também levarão a uma diminuição dos custos reais de entrega para o cliente final (KAPSER E ABDELRAHMAN, 2020).

Apesar destes fatores, para Anderhofstadt e Spinler (2020), um dos principais problemas que podem ser reduzidos frente à implantação de VARC é a escassez de motoristas qualificados, principalmente nos primeiros anos de adoção da tecnologia - fator está especialmente ligado à expectativa de esforço (o grau de facilidade associado ao uso da tecnologia) que as novas tecnologias demandam de quaisquer profissionais. Além disso, há de levar em conta a população deficiente, na qual reside a possibilidade de ganho de mobilidade e de entrada no mercado, segundo os autores alemães.

Porém, para ser mais preciso, na verdade todos estes cenários necessitam de uma modelagem gradativa em relação ao horizonte temporal, uma vez que a entrada de tecnologias de automação mais avançadas representará pouco nos primeiros anos de implementação de caminhões autônomos.

- Empregabilidade

Em se tratando da economia aparente a ser feita pelos gestores quando do corte substancial de motoristas para tecnologias de SAE 4-5, a perda de emprego será extremamente prejudicial, que seria maior entre os motoristas de caminhão e também talvez aos trabalhadores agrícolas por causa de sua ligação com tratores, como abordado por Hudson et al., (2019).

É importante abordar dentro deste aspecto a empregabilidade associada ao uso desses caminhões, uma vez que, do ponto de vista do gestor, essa questão é inclusa ao custo e consequentemente à produtividade. VARCs, em sua maioria, a considerar os níveis de automação, tendem a não eliminar a função do motorista em um horizonte de tempo menor do que 30 anos na Alemanha. Quanto ao Brasil, não existe previsão sequer de testes em escala, ou seja, a figura do motorista terá êxito durante bastante tempo, até porque a ideia da tecnologia não é afastar estes profissionais, mas incluir aqueles que acompanhem a mudança e se especializam, como citam os alemães. O que se conclui é que o motorista deixará de ter a função de direção, e sim de gestão do sistema com o passar do tempo.

e) Segurança Rodoviária

Para Montoro et al. (2019) e Anderhofstadt e Spinler (2020) uma das mais importantes motivações globais que atualmente corroboram para implantação de VARC nos sistemas de transporte rodoviário é a expectativa de redução de acidentes. Mais de 80% dos acidentes ocorrem por erro humano e não por questões veiculares ou infraestruturais, ou seja, são causados por cansaço, displicência (excesso de velocidade, confiança) e uso de drogas. Portanto, é um problema que requer treinamento para os motoristas atuais e futuros, além de inovação para outros veículos fabricados e distribuídos pela indústria. O veículo autônomo oferece emular as capacidades humanas de direção segura, reduzindo substancialmente o risco de colisões causadas por infrações de trânsito e erros operacionais, que geralmente estão relacionados a aspectos perceptivos, de tomada de decisão e psicomotores.

Claramente esta ideia depende do nível de automação implementado, sendo necessário tratamento caso a caso. Para Sivanandham e Gajanand (2020), isso impõe que nos níveis primários (SAE 1-2), os motoristas (utilização remanescente) continuarão necessitando de aptidão técnica, ainda mais em casos de aplicação de pelotões, já que embora os controles automatizados possam independe da direção em condições normais e caminhos predeterminados, os motoristas terão que estar atentos à necessidade de manobra para evitar acidentes. Embora os sistemas de frenagem tenham evoluído muito, a segurança geral depende significativamente sobre o comportamento humano.

Os pilotos de pelotões automatizados terão que estar alertas o tempo todo, tendo um trabalho relativamente baixo. Isso pode causar ansiedade, exaustão e, em certa medida, tédio. Tais fatores influenciam na avaliação do terreno pelo líder do pelotão, então é de extrema importância avaliar o comportamento deste também (SIVANANDHAM E GAJANAND, 2020).

Espera-se que a direção automatizada de nível 3 ou superior, bem como os sistemas de assistência ao motorista aumentem a segurança do tráfego, mas podem ser limitados devido à coexistência de pessoas que dirigem manualmente (ANDERHOFSTADT E SPINLER, 2020).

Segundo os estudos realizados por Montoro et al. (2020), quanto mais experiência de direção dos participantes e seu envolvimento anterior em acidentes de trânsito convencionais, maior é a percepção dos veículos autônomos como uma alternativa mais segura para o transporte diário. Da mesma forma, participantes com maior intensidade de direção, que teoricamente poderiam experimentar maiores taxas de fadiga, estresse e outros fatores subsequentes relacionados a uma tarefa de direção prolongada, relataram uma maior intenção de uso de veículos autônomos. Importante lembrar que neste caso, os questionários aplicados, apesar de fazerem referência a veículos pessoais de passeio, tendem a ser válidos quando se trata de transporte de cargas, já que Hudson et al. (2019) afirmam que, em média, as pessoas tendem a se sentir mais desconfortáveis com a ideia de carros autônomos do que com a de caminhões.

Em contrapartida aos argumentos aqui colocados, um dado que se resguarda é sobre a aplicação de veículos autônomos de entrega (VAE), utilizados em centros urbanos em função de *Last Mile Delivery*, ou Entrega Última Milha. Segundo Kapser e Abdelrahman (2020), os veículos utilizados nesta divisão do transporte de cargas são utilitários leves

(descritos no cap. 2). Os seus estudos são mais recentes ainda, apesar de terem a mesma disponibilidade de adoção de pelotões. Dada a “infância” dos VAE e suas características, é indicado que podem existir fontes potenciais de risco, como interação de tecnologia deficiente (por exemplo, cargueiro não poder ser aberto) ou o perigo de acidentes potenciais nas vias públicas. Além disso, a maior complexidade dos serviços VAE em comparação com as opções de entrega convencionais pode aumentar a percepção de risco na tecnologia. Assim, é provável que a adoção de VAEs seja influenciada negativamente por percepções de risco. Os autores afirmam também que o aumento da demanda por *e-commerce* pode comprometer a segurança do tráfego nos interiores urbanos por conta do aumento de número de veículos de entrega em áreas residenciais.

Como a maioria das informações que o público recebe vem da mídia de massa, na qual, apesar do que é dito nos avanços e desenvolvimentos científicos, colisões relacionadas a veículos autônomos são muitas vezes abordadas de forma mais profunda do que seus benefícios, os VA foram transformados em um dilema social envolvendo diferentes partes interessadas, como designers, fabricantes, clientes potenciais e formuladores de políticas (MONTORO et al., 2019).

f) Consumo Energético

Os mercados de VA e VEA são extremamente dinâmicos, mudam diariamente, portanto algumas das evidências descritivas fornecidas neste documento ficarão rapidamente desatualizadas. Apesar disto, tal informação não é necessariamente aplicada quando se trata de combustíveis. É sabido que outras fontes alternativas ao diesel têm sido experimentadas, como hidrogênio, gás e biocombustíveis, porém as baterias elétricas são a única opção para desenvolvimento comercial de larga escala. Não há dúvida de que as baterias elétricas serão a fonte de combustível dominante, pelo menos a médio prazo (MONIOS E BERGQVIST, 2019).

Estes autores afirmam que a tecnologia elétrica convergente, independentemente da fonte de produção de eletricidade, oferece uma série de recursos operacionais adicionais disponíveis para os VEAs que não estão disponíveis para quaisquer transportes. O primeiro é a velocidade, em que os VEAs têm a possibilidade de diminuir o consumo de energia por meio de “vaporização lenta”. Como os VEAs podem operar 24 horas por dia, 7 dias por semana, sem nenhum custo adicional de operação à noite ou nos fins de semana, eles têm a possibilidade de operar em uma velocidade mais lenta para economizar energia e custos.

Sobre isso, Ross e Guhathakurta (2017) desenvolveram uma pesquisa exclusiva sobre gastos energéticos. Os impactos de energia de veículos autônomos podem variar significativamente ao longo de dois caminhos: (1) a extensão em que a automação parcial ou total da tecnologia de veículos autônomos é implementada; e (2) se há uma porção significativa de veículos autônomos compartilhados vs. veículos autônomos pessoais. Nesse estudo foi considerado que a penetração de VAs no mercado caracteriza o nível de automação no sistema. Por exemplo, quando aproximadamente dez por cento de todos os veículos forem totalmente automatizados, isso seria considerado automação parcial contra 90 por cento de todos os carros sendo totalmente automatizados, o que se considerou como automação total para fins de estimativa.

Os VARC estão logicamente inclusos nessa perspectiva, mas de maneira mais específica, todos os autores revisados, como já foi citado, tendem a afirmar que o consumo energético de combustíveis fósseis inevitavelmente cairá em desuso, não somente pela economia de custos, mas também pelo aspecto político e tecnológico. De maneira simplória, VAs descobrem as rotas mais diretas e menos congestionadas ao dirigir sem acelerar rapidamente ou frear com muita força, somente isso já leva a uma economia no consumo de combustível.

A metodologia de pelotões tem em um dos seus pontos principais a economia de combustível devido à redução do arrasto aerodinâmico. Isto é importante, pois a adoção universal do pelotão poderia reduzir a intensidade de energia em 3% - 25% com um intervalo superior de 10% - 25% para milhas de frete. Outros estudos trazem que nos EUA, 65% das milhas totais poderiam ser dirigidas em formações de pelotão, resultando em uma redução de 4% no consumo total de combustível do caminhão (SIVANANDHAM E GAJANAND, 2020).

O consumo anual de energia do setor de rodovias é de cerca de 21.760 trilhões de unidades térmicas britânicas (BTU) para veículos leves e pesados nos EUA. Diante disto, no estudo de Ross e Guhathakurta (2017) foram analisados os cenários "automação parcial com predominância de veículos pessoais", "automação total com predominância de veículos pessoais" e "automação total com predominância de veículos compartilhados", tendo sido estes dois últimos os cenários de maior e menor consumo, respectivamente.

Como abordam os próprios autores, o estudo claramente traz uma perspectiva geral do consumo energético, não distinguindo fontes renováveis de não renováveis, mas é de

importante avaliação do ponto de vista de que o avanço no setor tende a aumentar este gasto - mesmo sendo menor por unidade elétrica autônoma. A pesquisa concluiu que a automação total vai induzir a demanda por viagens e TRC, atraindo novos grupos de usuários, resultando em maior consumo de energia. Portanto o compartilhamento dinâmico desses veículos, a exemplo de CTCs, são o caminho previsível para reduzir os impactos negativos potenciais no congestionamento de tráfego e consumo de energia, mantendo os méritos da direção autônoma e conveniência de mobilidade ponto a ponto. São necessários mecanismos de financiamento e políticas que incentivam o compartilhamento de viagens também são considerações muito importantes.

g) Emissões de GEE

Não há dúvidas sobre a importância global de ações que permitam reduzir as emissões de Gases de Efeito Estufa. Como dito anteriormente, muitos estudos são motivados por políticas incisivas sobre este tema, sendo um dos maiores problemas associados ao transporte rodoviário de cargas mundialmente. Com os regulamentos de proteção ambiental se tornando mais rígidos devido às emissões, é fundamental que a indústria de caminhões adote novas práticas para se manter sustentável em termos de negócios e bem-estar social. A adoção de VARCs e VAs em geral visa obter um ganho ambiental a partir disso, visto também que esse é um pré-requisito futurístico para empresas e entidades públicas terem maior aceitação de mercado e governabilidade. O pelotão de veículos é uma tecnologia atraente para a indústria de transporte devido ao seu benefício potencial de economia de energia e emissões (SIVANDHAM E GAJANAND, 2020).

Anderhofstadt e Spinler (2020) estimaram qual seria o comportamento de especialistas frente a este fator contribuinte. As emissões foram avaliadas apenas no aspecto taque-roda, não sendo levado em conta a emissão poço-tanque. Sabendo que as emissões na estrada em relação aos caminhões movidos a diesel de última geração usados atualmente podem ter uma redução de 25% de emissões em um futuro próximo, enquanto pode haver redução de até 100% para veículos totalmente elétricos, a análise dos fatores que impulsionam a adoção de caminhões de baixa emissão na Alemanha mostrou que a autonomia (como já citado) é considerada o principal motivador na mudança de veículos TRC a diesel para CCE mas uma barreira superior no caso de veículos BE, que tendem a ser usados principalmente na logística urbana.

Essa ideia se dá também por conta da redução da emissão de ruídos - para VAEs, há exigência regulamentar de redução de ruídos de entrega noturna em países europeus (GECHTER et al., 2017).

Os gastos com pesquisa e desenvolvimento dos fabricantes de caminhões se concentrarão em tecnologias de emissão zero, presumindo que a capacidade das baterias aumentará, o que leva a uma autonomia média de 400 km para as futuras gerações de veículos BE. É prevista a introdução no mercado de VARC CCE entre 2025 e 2030 na Alemanha. Portanto, as emissões de TtW (tanque-roda), que incluem a conversão final de combustível em um caminhão, não mudarão nos próximos anos. Neste período é mais provável que foco esteja nas emissões WtT (poço-tanque) que descrevem "a energia gasta e as emissões associadas para entregar o combustível ao tanque" (ANDERHOFSTADT E SPINLER, 2020).

Infelizmente este ainda não é um fator com importância difundida socialmente do ponto de vista prático, uma vez que no imaginário popular se torna difícil mensurar e atribuir valor a algo que tenha mais impacto para as futuras gerações. Este aspecto é provado no estudo de Anderhofstadt e Spinler (2020), ao concluir que é o construto de menor importância para os especialistas entrevistados na Alemanha, que por sinal contam com subsídio governamental para adesão de VARC de baixa emissão. Isso está de acordo com estudos anteriores que criticam que os benefícios ambientais dos veículos de baixa emissão não são a principal preocupação apesar da sua compatibilidade com a agenda ambiental pela sua, extremamente provável, redução de emissão de GEE.

h) Desempenho e Facilitação

O desempenho do sistema e seus recursos são fatores relevantes para o uso de sistemas automatizados de transporte rodoviário. Pelas revisões, pode ser abordado a partir da perspectiva dos transportadores ou dos consumidores finais em um sistema de entregas. Para gestores, Anderhofstadt e Spinler (2020) avaliaram como especialistas se comportam em relação ao nível de automação, a autonomia máxima e o tempo de recarga/reabastecimento. Para consumidores, Kapsler e Abdelrahman (2020) definiram como o grau em que o uso de VARC como uma opção de entrega proporcionará benefícios.

Os resultados do experimento dos primeiros autores indicam que a autonomia máxima é o atributo mais importante. A relevância de um alcance atraente também foi discutida em

pesquisas anteriores sobre veículos de combustível alternativo, onde investigaram a aceitação do gás natural liquefeito (GNL) para veículos pesados e afirmam que tecnologias alternativas, como sistemas de propulsão movidos a baterias elétricas (BE) têm desvantagens substanciais, pois são caracterizadas por uma autonomia limitada. Outros estudos aplicados em proprietários privados na Holanda descrevem que as expectativas negativas por veículos elétricos são grandes, especialmente devido aos longos tempos de recarga e curta distâncias de direção. Além disso, os autores relatam que as preferências por carros elétricos diminuem drasticamente quando a quilometragem anual aumenta.

Assim, assume-se que a preferência por longas distâncias está intimamente ligada à quilometragem anual percorrida por caminhões a diesel. Além disso, os participantes da pesquisa indicaram que seus caminhões são usados principalmente para operações de longo curso. O tempo de reabastecimento/recarga é o segundo atributo mais importante que também foi considerado como um fator principal. Um tempo de recarga de 30 minutos no depósito de uma empresa de frete é comparável a um tempo de reabastecimento convencional de 5 minutos, já que as empresas de logística da cidade podem carregar seus veículos no depósito durante o carregamento ou descarregamento. No entanto, como os caminhões geralmente são usados para transporte de longa distância, o reabastecimento ou recarga no depósito nem sempre é possível. Os projetos calculados mostram que tempos curtos de reabastecimento/recarga são favorecidos. Enquanto os veículos a gás natural e hidrogênio se beneficiam de curtos tempos de reabastecimento comparáveis aos movidos a diesel. Os tempos de recarga dos caminhões movidos a BE dependem da capacidade da bateria do veículo e da taxa máxima de carga na estação de carga. Importante ressaltar que veículos CCE (células de combustível elétrico, como hidrogênio ou etanol) se diferem de veículos BE e possuem autonomia muito maior (até 1200km).

A coleta de dados destes autores presume que os atuais sistemas de assistência ao motorista de nível 0–2 serão o padrão até 2025, seguido pela implementação de sistemas de direção automatizados de nível 3-4 entre 2025 e 2030, e partir de 2035 os de nível 5. Os autores concluíram que a automação da direção foi avaliada como menos importante do que o preço de compra ou os custos operacionais pelos participantes da pesquisa. No entanto, os especialistas claramente preferiram a automação condicional ou total ao controle manual, até por conta da convergência desta tecnologia em relação a tais fatores.

Kapser e Abdelrahman (2020) estudaram essa relação pelos aspectos de utilidade diária, rapidez, produtividade e flexibilidade diária. Acredita-se que o uso de VAE como uma opção de entrega seja mais voltado para o consumidor e, portanto, mais útil do que sua alternativa tradicional, uma vez que a entrega se tornará mais flexível, mais conveniente e altamente transparente para o destinatário, o que tem se mostrado muito importante na entrega de última milha.

Esse estudo descobriu que os benefícios utilitários (ou seja, expectativa de desempenho) de VAE são muito importantes para os usuários em potencial. Consequentemente, desenvolvedores, designers e profissionais de marketing devem focar o desenvolvimento e as atividades de comunicação de marketing na utilidade desta opção de entrega de última milha (por exemplo, maior flexibilidade, maior conveniência, etc.) em comparação com as opções de entrega convencionais.

Um aspecto associado a este é a condição facilitadora. É na verdade um conjunto de outros aspectos já mencionados, como expectativa de esforço, disposição de compra, condições de infraestrutura em áreas de menor demanda de investimento público, portanto, uma questão associada ao perfil do possível usuário da tecnologia. Nesse sentido, o único estudo que abordou de maneira específica este construto foi conduzido por Kapser e Abdelrahman (2020), sobre VAES.

Os autores trazem a definição segundo Venkatesh et al. (2012): "As percepções dos consumidores sobre os recursos e suporte disponíveis para realizar um comportamento". Para o contexto de VAES significaria dizer que os usuários têm diferentes níveis de acesso às informações e recursos que facilitam o uso desta tecnologia (por exemplo, conhecimento pessoal, linhas diretas de ajuda, internet, pares, etc.). Em geral, os consumidores com um nível inferior de condições de facilitação terão menor intenção de usar quaisquer VARC, e consequentemente VAE. É evidente, e, portanto, conclusiva, a relevância de recursos externos, principalmente o suporte de pares, que desempenha um aspecto importante na aceitação da tecnologia pelo usuário.

i) Sensibilidade ao Preço

Segundo Anderhofstadt e Spinler (2020) e Kapser e Abdelrahman (2020), o preço de compra de caminhões autônomos, principalmente para os gestores de frotas, foi considerado um atributo bastante influente de adesão da tecnologia, indicando que o preço

da entrega é mais importante para os usuários em potencial do que a utilidade da tecnologia em si. De acordo com a teoria econômica, menores preços de compra aumentam a atratividade de um veículo. Portanto, preços de compra de 0% - 20% de redução em relação aos caminhões movidos a diesel de última geração são claramente preferidos, porém ainda aceitável que tais preços estejam até 20% de aumento. Ainda, em se tratando de VAEs, a sensibilidade ao preço foi identificada como o construto mais importante na aceitação pelos usuários neste ponto da introdução da tecnologia (ou seja, antes da introdução real no mercado). Portanto, os preços deste sistema de entrega devem ser considerados com cuidado. Para atrair o maior número possível de usuários em potencial, é recomendável que o preço seja inferior ao da entrega em domicílio convencional pois, quando o preço for superior ao preço atual para entrega em domicílio, os alemães muito provavelmente não aceitarão esse novo tipo de entrega.

Os preços de compra de VARC serão inicialmente mais elevados em comparação com os caminhões TRC convencionais movidos a diesel, principalmente devido às tecnologias alternativas de transmissão, mas também por causa dos sistemas de direção automatizados. Apesar disto, os especialistas presumem que os preços da bateria e da célula de combustível diminuirão significativamente com o tempo. Além disso, os custos de hardware e software autônomo cairão drasticamente, o que está de acordo com as projeções de outros especialistas. O preço de compra de um caminhão será, portanto, ligeiramente afetado quando a produção em série de tecnologia de direção autônoma estiver disponível.

Como já citado, é possível que haja déficit estrutural em áreas rurais e cidades pequenas. Isso tem efeito no interesse dos automóveis. Os resultados do estudo mostram que veículos sem motorista irão, pelo menos inicialmente, ser mais caros do que veículos movidos exclusivamente à mão e, portanto, menos atraente para pessoas com menor poder aquisitivo. Em algum tempo, o mercado tende a equilibrar estes diferenciais entre os motoristas e, portanto, ser relativamente mais atraente para os jovens e os homens inseridos neste contexto, dado que são os grupos mais propensos ao uso desta tecnologia (HUDSON et al., 2019).

j) Motivos Hedônicos

Sabe-se que a dirigibilidade não está relacionada somente à sua funcionalidade. É de comum afirmação social o prazer e a diversão associados, principalmente em se tratando

de motoristas de caminhão. Hudson et al. (2019) relata que em estudo dirigido por Kyriadikis et al. (2015), 33% dos entrevistados afirmaram especificamente que poderiam aderir ao uso de veículos autônomos, mas que por motivos hedônicos prefeririam a direção manual.

O estudo feito por Kapsler e Abdelrahman (2020) foi na verdade o único que avaliou este aspecto, e é uma sugestão de Dirsehan e Can (2020). A diversão associada foi considerada um dos mais importantes fatores que contribuiriam para adoção de veículos autônomos no contexto de entrega de mercadorias em centros urbanos, cedendo espaço de importância apenas para expectativa de desempenho e sensibilidade ao preço. Sendo assim, os autores trazem que neste contexto, acredita-se que a diversão ou prazer derivado do uso de VAEs desempenha um papel importante na formação da aceitação do usuário. Isso ocorre porque as pessoas que acreditam que a interação com tais veículos é agradável têm a mente mais aberta em relação a esses sistemas de entrega.

A pesquisa confirmou a ideia dos autores, concluindo que a influência social e a motivação hedônica contribuem com uma quantidade razoável de força para a aceitação dos VAEs. Portanto, os profissionais de marketing e os desenvolvedores devem se concentrar nos fatores hedônicos para a melhoria do protótipo e incluir aspectos ou recursos da tecnologia que sejam realmente agradáveis e divertidos a fim promover a aceitação.

3.4 - APLICAÇÃO AO CONTEXTO BRASILEIRO

3.4.1 – Apresentação

As comparações feitas nesta seção foram referenciadas de acordo com o Índice de Prontidão para Veículos Autônomos, levantamento proveniente da KPMG, uma das *Big Four* no setor. A revista traça os perfis nacionais de cada uma das nações participantes em relação à sua aceitabilidade. A segmentação apresentada no capítulo anterior segue a mesma linha dos parâmetros internacionalmente acordados pela KPMG, o qual leva em conta 4 principais pilares para adoção de veículos autônomos em uma governança. São estes:

- i. Infraestrutura;
- ii. Política e Legislação;
- iii. Tecnologia e Inovação; e
- iv. Aceitação do Consumidor.

Cada um deste é avaliado segundo métodos específicos que a empresa utilizou, dando nota a variáveis dentro de cada pilar. Segundo a KPMG (2020), “o Índice de Prontidão para Veículos Autônomos (AVRI, do inglês *Autonomous Vehicles Readiness Index*) mede o grau de preparação para a adoção de veículos autônomos em 30 países. Trata-se de um índice composto, que combina 28 indicadores de uma variedade de fontes para calcular a pontuação final. O público-alvo pretendido para o AVRI são organizações do setor público com responsabilidade pelo transporte e pela infraestrutura. O AVRI também pode ser de interesse para outras organizações dos setores público e privado que têm relação com o transporte rodoviário ou que fazem uso dele.”

Diante do exposto nas seções anteriores deste capítulo, esta parcela do estudo tem por objetivo fazer um comparativo, acerca dos fatores contribuintes mais pertinentes na literatura internacional e suas aplicações ao contexto brasileiro, visando avaliar seu nível de avanço e grau teórico de aceitabilidade de VARC. O país, no entanto, carece de pesquisas qualifiquem a prontidão atual de aceitação de veículos autônomos.

3.4.2 - Desempenho brasileiro no índice de prontidão para veículos autônomos 2020

Em 2018, o Brasil foi o primeiro dos quatro piores países colocados pelo estudo, ocupando a 17ª posição, dentre os 20 selecionados para pesquisa. Na época possuía as pontuações mais fracas entre os países participantes em relação ao fator *Política e Legislação*, com baixas pontuações para regulamentos específicos sobre veículos autônomos, e ainda mais baixos sobre Esforço Governamental em outros dois levantamentos internacionais: Índice de Prontidão para Mudanças (KPMG) e Fórum Econômico Mundial para governos e capacidade do sistema legal. Naquele ano foi avaliado que a inserção da operação de aplicativos de mobilidade particular (Uber) no mercado brasileiro era uma das maiores do mundo, o que poderia ser significativamente bom.

O desempenho do Brasil ainda pode ser impulsionado pelo novo programa de incentivo para fabricantes de veículos. Em novembro de 2018 o governo havia instituído a Lei 13.755 conhecida como *Rota 2030*, com o objetivo de conceder incentivos fiscais às empresas da cadeia automotiva que investem em PD&I, um programa de 15 anos que proporcionará incentivos fiscais para melhorar a eficiência de combustível dos veículos e segurança, e para pesquisa e desenvolvimento. Embora a Rota 2030 conceda uma nova base legal e cubra a tecnologia ‘Flex’ amplamente utilizada no Brasil, ou seja, motores que

funcionam com uma mistura de combustíveis fósseis e etanol de açúcar, a lei deveria também beneficiar VEs e VAs. Até 40% do preço de um carro no Brasil pode ser tributação, o que significa que os incentivos fiscais são ferramentas significativas para influenciar a indústria.

Ainda em 2018, o Brasil compartilhava o último lugar com a Rússia na participação de mercado de carros elétricos, os quais não oferecem grande disponibilidade geralmente, embora carros híbridos estivessem começando a ser importados. Foi observado que a *Infraestrutura* do Brasil dispunha de uma boa cobertura de 4G (mais de 90% das cidades cobertas), porém pouquíssimas estações elétricas de recarga/reabastecimento, além de perder para a Rússia (2ª pior) em se tratando da qualidade das estradas.

Em se tratando do fator *Tecnologia e Inovação*, o país recebeu as pontuações mais baixas para centros de P&D, tecnologia de VAs em companhias nacionais, patentes e investimentos. Fato este que se perpetua atualmente, em 2020, tendo o Brasil sido ultrapassado pela Rússia, México e Índia nos pilares de tecnologia e inovação e infraestrutura, sendo levado à 30ª colocação, a última no AVRI.

No entanto, existem razões para otimismo, incluindo trabalho tomando lugar nas universidades. Em maio de 2017, o Automóvel Robótico Autônomo Inteligente (*Iara*) no Federal Universidade do Espírito Santo em Vitória usou com sucesso um VA em 74 km jornada que incluiu vias urbanas e rurais. O Carro Robótico Inteligente para Navegação Autônoma (*Carina*), no Campus São Carlos da Universidade de São Paulo, fez primeiro test-drive na cidade ruas em outubro 2013. A Toyota, um dos principais fabricantes de veículos com várias instalações no Brasil, anunciou em março de 2018 um modelo de combustível híbrido para o mercado brasileiro, o que é um indicativo de que o trabalho que fabricantes estão desenvolvendo sobre VAs em outro lugar poderia ser introduzido rapidamente.

Embora a infraestrutura para VEs tais como as estações de carregamento estejam ruins, há potencial para o país a adotar VEs e VAs rapidamente. “O Brasil costuma ser um dos primeiros a adotar novas tecnologias. Se as montadoras e o governo decidirem adotar VAs por preços competitivos, então possivelmente os consumidores adotem rapidamente a tecnologia, sendo o Rota 2030 o primeiro passo.”

Em 2018 os dados de consumidor sugeriam que os brasileiros eram os mais interessados, dentre todos os 20 países, em tecnologia de veículos autônomos. Praticamente 100% da

população possuía telefone móvel, além desta sociedade ser conhecida por serem precoces *adeptos de novas tecnologias*. Apesar disso, o país ficou com a menor classificação para o uso de tecnologia pelas pessoas no levantamento abordado no Índice de Prontidão para Mudanças da KPMG, que mede fatores específicos, incluindo acesso à internet nas escolas e o uso de telefones celulares para pagar contas de serviços públicos.

No ano de 2019, uma frota limitada de veículos elétricos Renault *Twizy* foi lançada acompanhada de estações de recarga em Brasília. O programa foi direcionado os servidores públicos, de modo que transitassem entre blocos da Esplanada dos Ministérios de com maior economia menor emissão de carbono. O país vive a expectativa da introdução de tecnologia 5G, que tendem a fornecer redes mais preparadas para os veículos autônomos.

Apesar de se concentrarem fora de vias públicas, as principais ações no país têm surgido atualmente da iniciativa privada. Em janeiro de 2020, a brasileira fabricante automotiva Hitech Electric lançou o que considerou ser o primeiro VA desenvolvido no país. O *e.coTech4* elétrico possui dois assentos (passageiro e motorista), pode atingir velocidades de 50 km/h e sua implantação se dá por locações corporativas em áreas fechadas, como instalações industriais, campus universitários e resorts. Em 2019, a Vale afirmou que começaria a testar o uso de caminhões de transporte autônomos na sua unidade de Carajás, a maior mina de minério de ferro a céu aberto do mundo, o que de fato está sendo feito. A empresa já havia transferido todo o trabalho de transporte na mina de Brucutu para 13 caminhões autônomos, com operadores de veículos treinados para trabalhar a partir de uma sala de controle.

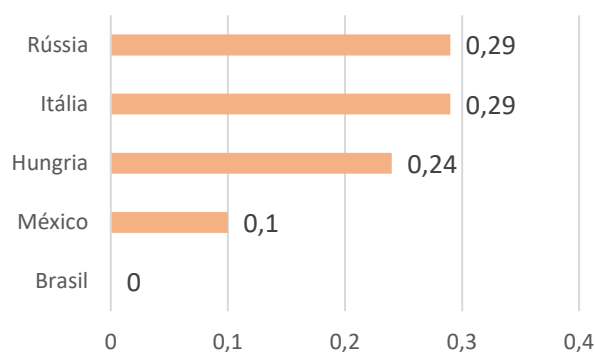


Figura 3.3 – Os cinco piores colocados em prontidão do governo para a mudança (Fonte: KPMG, 2020)

Nas Figuras 3.3 e 3.4 é possível verificar o desempenho do Brasil em relação à prontidão governamental de mudança e à avaliação quantitativa da KPGM acerca de cada um dos 4 pilares de aceitabilidade de VAs, respectivamente.

Nota-se também, na Figura 3.4, o desempenho dos 30 países participantes em relação aos atributos citados. Cada um destes atributos foi analisado conforme variáveis levantadas pelo estudo, as quais permitem a avaliação quantitativa resultante. O Quadro 3.2 expõe as variáveis de cada um dos pilares.

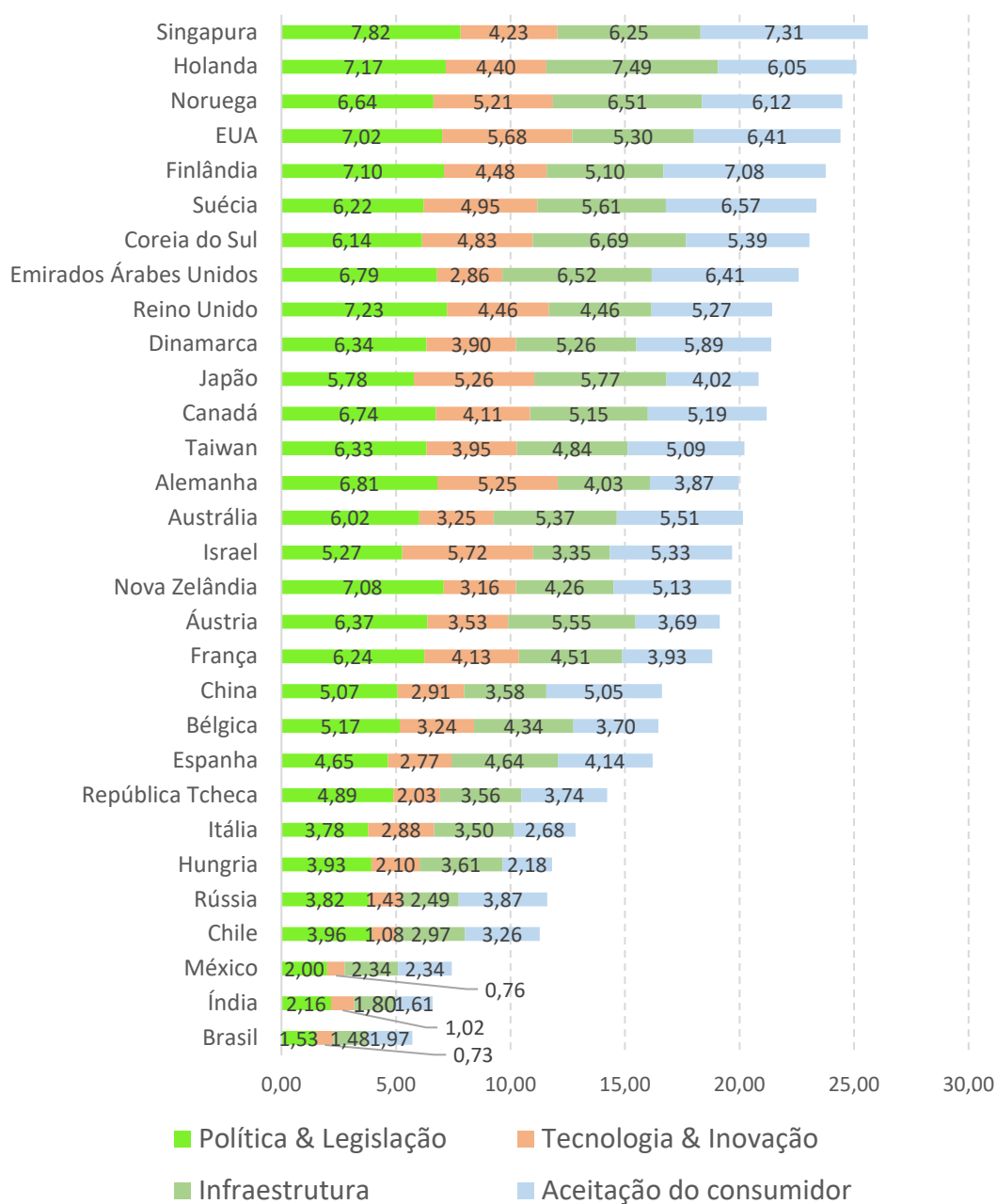


Figura 3.4 – Classificação por pilar (Fonte: adaptado de KPMG, 2020)

Quadro 3.2 – Pilares e suas variáveis

Pilar	Variáveis
Política e Legislação	<ul style="list-style-type: none"> - Regulamentação de VA; - Pilotos de VA financiado pelo governo; - Agência focada em VA; - Orientação futura do governo; - Eficiência do sistema jurídico em regulamentos complexos; - Prontidão do governo para mudança; - Ambiente de compartilhamento de dados;
Tecnologia e Inovação	<ul style="list-style-type: none"> - Parcerias da indústria; - Sede das empresas de tecnologia de VA; - Patentes relacionadas a VA; - Investimentos das indústrias em VA; - Disponibilidade das tecnologias mais modernas; - Capacidade de inovação; - Cyber segurança; - Avaliação da computação em nuvem, IA e IoT; - Participação de mercado de VE;
Infraestrutura	<ul style="list-style-type: none"> - Estações de carregamento de VA; - Cobertura 4G; - Qualidade das estradas; - Prontidão para mudança na infraestrutura tecnológica; - Velocidade de conexão móvel; - Banda larga;
Aceitação do consumidor	<ul style="list-style-type: none"> - População vivendo próxima da área de teste; - Uso da tecnologia pela sociedade civil; - Adoção de TICs pelo consumidor; - Habilidades digitais; - Prontidão individual; - Penetração de mercado de transporte privado por aplicativo;

Fonte: KPMG, 2020

3.5 - TÓPICOS CONCLUSIVOS

Como abordaram Diserhan e Can (2020), as tecnologias ambientalmente corretas tornaram-se cada vez mais importantes devido ao aquecimento global e aos países que seguem políticas para apoiar tecnologias sustentáveis. Mecanismos de financiamento e políticas que incentivam o compartilhamento de viagens são considerações muito importantes, como no caso da redução de consumo energético - ainda que elétrico - abordado por Ross e Guhathakurta (2017).

Os veículos conectados podem ser usados para embasar a coleta de dados, o que leva a estratégias de controle mais eficazes. Podem também receber indicações específicas como hora de partida e rotas de destino. Métodos gerais para abordar essas questões são de abordagens muito recentes na literatura, principalmente com foco no tráfego feito apenas por VAs, negligenciando cenários realistas de tráfego misto previsível em um futuro próximo (CANTARELLA E DI FEBBRARO, 2017).

Genericamente, principalmente exposto por Anderhofstadt e Spinler (2020), Kapser e Abdelrahman (2020), Sivanandham e Gajanand (2020) e Monios e Bergqvist (2019), uma estreita colaboração entre fabricantes de caminhões, clientes, empresas de infraestrutura e formuladores de políticas, alinhada a estratégias nacionais, é essencial para estimular a introdução de caminhões autônomos e movidos a combustível alternativo, de maneira que pré-testes possam ser caminho de experiência ao usuário, a fim de popularizar o uso de VARC em um país frente aos seus possíveis benefícios. O Brasil dispõe de alguns fatores – principalmente aceitação do consumidor e tentativa de redução de emissões frente à eficiência energética - que podem realmente contribuir para a popularização da tecnologia, principalmente ao tratar dos benefícios associadas à sua exclusiva metodologia de eficiência, o pelotão. Este projeto ganha poder uma vez que primeiramente a automação poderá ocorrer por meio de tecnologia de automação mais simples, rendendo inúmeros ganhos aos transportadores de imediato, além de exigir uma qualificação que ainda não extingue os empregos nem tem tamanha expectativa de esforço quanto os maiores níveis (SAE).

A KPMG (2020) declarou que “o governo brasileiro tem feito pouco para incentivar a adoção de veículos autônomos, o que está refletido na sua posição na parte inferior dos rankings do AVRI. Isso apesar do entusiasmo do país por novas tecnologias e serviços, como os aplicativos de transporte. Ainda não se vê nenhuma política pública em torno da criação de vias para os veículos autônomos começarem a operar nas cidades. O Rota 2030, lançado em 2018, oferece incentivos para a migração dos tipos de motores tradicionais para motores híbridos ou elétricos, embora esse não seja seu objetivo principal. ”

Os consumidores brasileiros parecem entusiasmados com os VAs e o governo tem metas ambiciosas para o uso de VEs, mas sua proibição efetiva da tecnologia de automação e a baixa qualidade das estradas dificultam sua prontidão por enquanto. Como medida, o governo poderia aproveitar essa iniciativa em um esforço para estabelecer uma rota autônoma para o transporte de cargas utilizando rodovias que o comportem entre grandes metrópoles, caso de São Paulo-Belo Horizonte. Portanto caso se decidisse montar corredores tecnológicos de caminhões seria de grande utilidade (KPMG, 2020).

4 - MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES CONTRIBUINTES PARA IMPLANTAÇÃO DE VARC NO BRASIL

4.1 - APRESENTAÇÃO

Dadas as variáveis relacionadas ao comportamento humano nos referenciais teóricos do capítulo 3, o objetivo deste capítulo é de trazer os fatores mais pertinentes, encontrados pelo método de pesquisa escolhido.

Diante de tantos modelos teóricos encontrados nos trabalhos advindos do método de revisão sistemática literária, principalmente os referenciais em psicologia e sociologia, utilizados para explicar a aceitação e uso da tecnologia, optou-se por elaborar um questionário baseado no modelo UTAUT (*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* ou Teoria Unificada de Intenção e Uso de Tecnologia), proposto por Venkatesh et al (2003). Advindo da revisão e síntese de outros oito modelos teóricos de aceitação tecnológica, este modelo visa explicar as intenções do usuário de usar um sistema de informação e o comportamento de uso subsequente através de quatro construtos principais:

- 1) Expectativa de Desempenho – diz respeito ao grau em que um indivíduo acredita que o uso da tecnologia irá ajudá-lo a obter ganhos no desempenho do trabalho;
- 2) Expectativa de Esforço – se refere ao grau de facilidade associada ao uso do sistema;
- 3) Influência Social – grau em que o indivíduo percebe que outras pessoas acreditam que ele deve usar o novo sistema; e
- 4) Condições Facilitadoras – grau em que um indivíduo acredita que existe uma infraestrutura organizacional e técnica para apoiar o uso do sistema.

Os três primeiros são determinantes diretos da intenção de uso e do comportamento, e o quarto é um determinante direto do comportamento do usuário. Gênero, idade, experiência e voluntariedade de uso são postulados para moderar o impacto dos quatro construtos-chave na intenção de uso e comportamento. Neste caso, a voluntariedade de uso não pôde ser aplicada pelo desconhecimento de estimativa de tempo associado à utilização da tecnologia, uma vez que não há previsão de testes e conseqüentemente comercialização em escala. Este fato se aplica à maioria das pesquisas em que UTAUT é utilizado, como

demonstram Rosa et al. (2016) em seu levantamento sistemático bibliográfico, que aponta que 0% dos estudos encontrados o implementam na pesquisa.

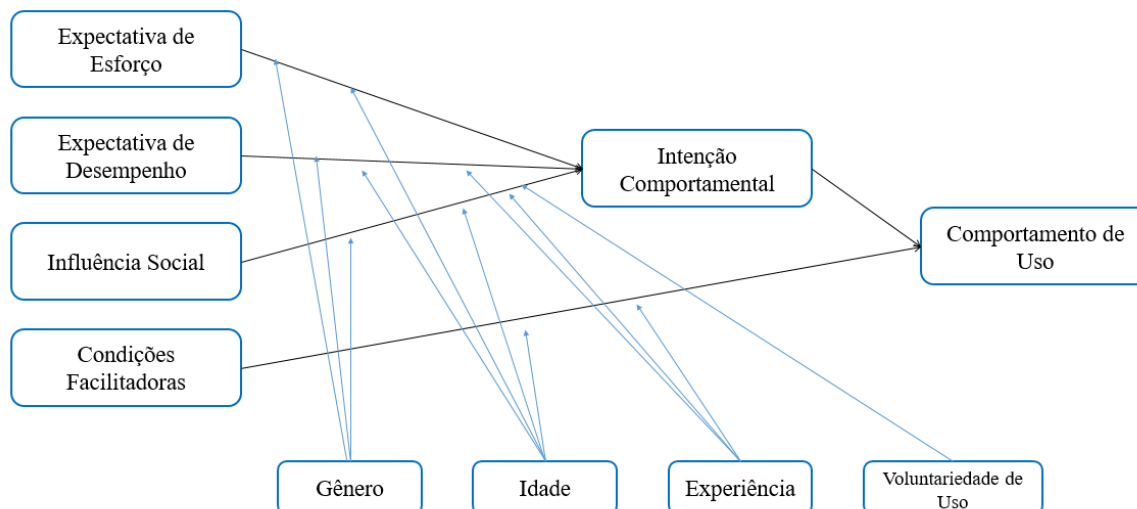


Figura 4.1 Modelo UTAUT. Fonte: Adaptado de Venkatesh (2003)

Foi aplicado ao público geral como uma pesquisa opinião em relação a VARC, obtendo respostas diversas. Sendo o público separado em três grupos sociais de maneira que visasse análise comparativa entre estes, os quais são Acadêmicos, Envolvidos Diretamente com o TRC e Envolvidos Indiretamente com o TRC. Esta parcela do estudo buscar descrever este processo de elaboração.

4.2 - ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Esta seção consiste no processo de elaboração e aplicação do questionário, o qual se dá em 5 fases:

4.2.1 - Fase 1 - Planejamento Do Questionário

Primeiramente foram definidas as fases do questionário. Foi necessário propor as hipóteses de influência do modelo, i.e., definir quais perguntas serão feitas dentro de cada um dos construtos, a população alvo da pesquisa e a natureza do questionário. A partir de então definiu-se os temas das questões e as formas de aplicação.

a) Objetivo

O questionário foi dividido em 3 partes. A primeira página era somente a folha de rosto da pesquisa, na qual se apresenta a motivação do questionário. A segunda parte continha 17

perguntas, sendo 16 de Escala Likert (1 a 5) – para que se facilitasse o respondente na dimensão do conhecimento e abstração de previsão futura – e 1 pergunta dupla com sim ou não. Estas tinham o objetivo de retratar qual era a percepção dos respondentes em relação à forma como os transportadores poderiam lidar com a tecnologia e se já tinha ouvido falar nela, respectivamente. A terceira parte continha 7 perguntas com objetivo de observar o perfil sociodemográfico da população que de fato respondeu o questionário.

b) População Alvo

A pesquisa foi amplamente divulgada, tendo sido enviada a todos aqueles que, direta ou indiretamente, estavam envolvidos no mercado de transporte rodoviário de carga, sendo acadêmicos, servidores, analistas e reguladores do assunto, gestores de frota, transportadores, motoristas, entre outros clientes (agropecuaristas, empresários, etc).

c) Natureza do Questionário

Foi elaborado questionário de natureza quantitativa, de modo a facilitar a análise de dados. A página de boas-vindas do questionário explicava brevemente o escopo da pesquisa. A segunda página continha as perguntas propriamente acerca da tecnologia e suas interações com o responsável pela direção de um VARC. A terceira página continha as questões sociodemográficas, como define o Quadro 4.1.

Quadro 4.1 – Primeiro grupo: comportamento e intenção de uso.

Questão	Código	Grupo	Resposta
Sobre a tecnologia: Você já ouviu falar em veículos autônomos? Você já ouviu falar em veículos autônomos rodoviários de carga?	T	Experiência do usuário	Sim/Não Sim/Não
O quanto você conhece sobre veículos autônomos rodoviários de carga?	A	Experiência do usuário	Escala Likert 1 a 5, sendo “pouco” e “bastante”.
Utilizar um veículo autônomo rodoviário de carga permitiria aos transportadores realizar tarefas mais rapidamente no trabalho?	D1	Expectativa de desempenho	Escala Likert 1 a 5, sendo “discordo totalmente” e “concordo totalmente”
Utilizar um veículo autônomo rodoviário de carga aumentaria a produtividade dos transportadores no trabalho?	D2		
Utilizar um veículo autônomo rodoviário de carga aumentaria a qualidade do serviço que os transportadores realizam?	D3		
Veículos autônomos rodoviários de carga seriam muito úteis ao trabalho dos transportadores?	D4		
Aprender a utilizar os sistemas em um veículo autônomo seria fácil para os transportadores?	E1	Expectativa de esforço	Escala Likert 1 a 5, sendo “discordo totalmente” e “concordo
Os transportadores teriam liberdade para comandar o sistema de um veículo autônomo rodoviário de carga da maneira que	E2		

desejassem?			totalmente”
Os transportadores se tornariam facilmente habilidosos no uso do sistema de um veículo autônomo rodoviário de carga?	E3		
Os transportadores achariam flexível a interação com o sistema de um veículo autônomo rodoviário de carga?	E4		
Os transportadores utilizariam veículos autônomos rodoviários de carga, caso as pessoas achassem que eles devem usar?	S1	Influência social	Escala Likert 1 a 5, sendo “discordo totalmente” e “concordo totalmente”
Os transportadores utilizariam veículos autônomos rodoviários de carga caso as pessoas que são importantes para eles achassem que devem usar?	S2		
Ter um veículo autônomo rodoviário de carga seria um símbolo de status para um transportador?	S3		
Acredita que os transportadores teriam controle sobre o uso do sistema de veículos autônomos rodoviários de carga?	F1	Condições facilitadoras	Escala Likert 1 a 5, sendo “discordo totalmente” e “concordo totalmente”
Na sua opinião, acredita que os transportadores tenham os recursos necessários para usar o sistema de um veículo autônomo rodoviário de carga?	F2		
Na sua opinião, acredita que os transportadores tenham o conhecimento necessário para usar o sistema de um veículo rodoviário autônomo de carga?	F3		
O sistema de um veículo autônomo é compatível com outros sistemas que os transportadores utilizam?	F4		

Quadro 4.2 – Segundo grupo: perfil sociodemográfico

Questão	Opções
Sexo	Masculino, Feminino, Outro.
Idade	18-24 anos; 25-34 anos; 35-49 anos; 50-64 anos; 65 +
Renda Mensal	Até 1 salário mínimo (até R\$ 1.045,00); De 1 a 3 salários mínimos (de R\$ 1.045,00 a R\$ 3.135,00); De 3 a 6 salários mínimos (de R\$ 3.135,00 a R\$ 6.270,00); De 6 a 9 salários mínimos (de R\$ 6.270,00 a R\$ 9.405,00); De 9 a 12 salários mínimos (de R\$ 9.405,00 a R\$ 12.540,00); e Acima de 12 salários mínimos.
Nível de Escolaridade	Fundamental Incompleto; Fundamental Completo; Médio Incompleto; Médio Completo; Superior Incompleto; Superior Completo; e Pós-Graduação.
Jornada de Trabalho Diário	Integral; Meio Período; Procurando Emprego; Aposentado; e Não pode trabalhar.
Grupo ao qual pertence	Acadêmico (Professor); Acadêmico (Aluno); Agente Regulador; Motorista; TAC; ETC; CTC; Setor Industrial; e Outros (especifique).
Qual o Estado do Brasil você reside?	Todas as UF, inclusive o DF.
Sugestões ou comentários.	Caixa de resposta ilimitada.

d) Temas Das Questões

Foi definido que as questões seriam sobre opiniões e percepções, com exceção da seção com relação às variáveis sociodemográficas, que seria sobre fatos.

e) Formas De Aplicação

Foi definido que a forma de aplicação do questionário seria a auto aplicação online. O questionário foi elaborado e disponibilizado por meio da ferramenta de coleta *Google Forms*®.

f) Cronograma do Questionário

O questionário foi elaborado até o mês de abril de 2021, quando foram realizados os primeiro pré-testes. No início do mês foi realizado um pré-teste com uma população reduzida e a validação do questionário, iniciando-se em seguida a coleta de dados, que se estendeu até o mês de maio de 2021.

g) Verificação de Qualidade

Foi realizada a verificação da qualidade das questões e respostas do questionário realizadas em conjunto com o orientador, do grupo de pesquisa, bem como com a ajuda de colegas e conhecidos, procurando identificar erros, dificuldades de interpretação e possíveis causas para vies. Complementarmente foi feita a validação semântica do questionário, na qual foi verificado se a redação do mesmo transmite o sentido desejado para que os objetivos sejam alcançados.

4.2.2 - Fase 2 - Teste do Questionário

Nesta fase, foram aplicados testes de coleta de dados com as perguntas e respostas elaboradas para validar e verificar a confiabilidade dos resultados com a amostra teste do questionário.

Primeiramente foram feitos alguns testes de aplicação para colegas e professores do GCTNT, conforme determinar o orientador, nas quais se buscou avaliar a qualidade do questionário. Após esta avaliação, foi realizado o pré-teste, que consiste na aplicação do questionário em uma amostra reduzida, cujo objetivo foi de uma prévia coleta de dados e de analisá-los estatisticamente, além de verificar a confiabilidade e validade.

4.2.3 - Fase 3 - Escolha dos Participantes Da Pesquisa

Nesta fase foi definido o tipo de levantamento a verificação da margem de erro, intervalo de confiança e qual será o tamanho da amostra.

a) Tipo de Levantamento

Devido ao tamanho da amostra, um censo seria inviável com os recursos disponíveis para a pesquisa, de modo que foi escolhido um levantamento do tipo amostral.

b) Margem de erro, Intervalo de Confiança e Tamanho Da Amostra

A margem de erro e o intervalo de confiança usualmente adotados em pesquisas desta natureza são de 5% e 95%, respectivamente, tendo sido estes os valores adotados para tais e utilizados para a estimativa do tamanho da amostra.

A amostra mínima foi estimada através do software gratuito *G*Power*, desenvolvido por Faul et al. (2007). Os parâmetros necessários para o software são o número de preditores, o poder do teste, e o tamanho do efeito. A fim de se determinar o número de preditores, procurou-se no modelo de pesquisa o constructo que recebia o maior número de setas, no caso deste projeto, trata-se da influência social com um total de 4 preditores (totalidade). Para o poder de teste indica-se o valor de 0,80 e para o tamanho do efeito f^2 mediano = 0,15 (COHEN, 1998; HAIR et al., 2014 apud RINGLE et al., 2014). Assim, utilizando margem de erro anteriormente adotada, a amostra mínima foi de 85 pessoas, conforme pode-se observar na Figura 4.2.

Test family		Statistical test	
F tests		Linear multiple regression: Fixed model, R ² deviation from zero	
Type of power analysis			
A priori: Compute required sample size - given α , power, and effect size			
Input Parameters		Output Parameters	
Determine =>	Effect size f ²	Noncentrality parameter λ	12.7500000
	α err prob	Critical F	2.4858849
	Power (1- β err prob)	Numerator df	4
	Number of predictors	Denominator df	80
		Total sample size	85
		Actual power	0.8030923

Figura 4.2 Print *G*Power: Total Sample Size* (Tamanho da Amostra) de 85 respondentes.

4.2.4 - Fase 4 - Aplicação do Questionário

Esta etapa trata propriamente da aplicação do questionário definido e de sua validação para garantir que os dados estão bons para serem estudados e utilizados. A pesquisa foi divulgada pela internet, e-mail e em grupos de redes sociais, focando sua divulgação a todos aqueles que, direta ou indiretamente, estão envolvidos com o TRC (estudiosos, práticos, *stakeholders*, etc.)

Assim, com as respostas obtidas, foi possível dar prosseguimento ao propósito analítico, seguindo as respectivas especificidades dos perfis entrevistados no grupo de amostragem, capaz de prever a intenção de uso a partir de cada uma destas. Estas análises são o tema do próximo capítulo.

5 – RESULTADOS DA PESQUISA DE OPINIÃO E DISCUSSÃO

5.1 APRESENTAÇÃO

Neste tópico os resultados obtidos são descritos e sua análise é realizada. Este capítulo foi separado em 5 partes: apresentação; caracterização da amostra; apresentação e análises empíricas dos resultados; análises estatísticas dos resultados; e tópicos conclusivos.

Quadro 5.1 – Definição dos grupos sociais escolhidos para análise comparativa.

Grupo	Descrição
Acadêmicos	Abrange todos os respondentes que estão envolvidos com a área acadêmica, sejam eles professores, alunos ou pesquisadores.
Envolvidos diretos	Abrange todos os respondentes que sinalizaram ligação direta com o transporte de cargas, ou seja, fariam uso em sua rotina de trabalho do VARC.
Envolvidos indiretos	Abrange todos os outros respondentes, ou seja, clientes ou <i>stakeholders</i> os quais seriam afetados (dependentes ou contratantes) pela tecnologia do VARC indiretamente.

Optou-se por separar os grupos dessa forma devido à grande carga de respondentes acadêmicos, portanto tornou-se interessante analisar estas opiniões em comparação ao restante da amostra.

Preliminarmente à análise em si, é importante ressaltar que a escala de 1 a 5 compreende uma estimativa simétrica, sabendo que a quantidade de respostas altera essa perspectiva, ou seja, que a assimetria à direita representa maior aceitação e aquela à esquerda a menor aceitação. Adicionalmente, Ramos e Brito (2019) consideram que a produção da pergunta neste caso se dá a partir de uma premissa de que o indivíduo está disposto a aceitar a tecnologia, ou seja, o modelo UTAUT tende a influenciar positivamente os resultados da resposta do participante com relação à nova tecnologia.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Importa saber que o questionário foi divulgado pela internet, tendo sua divulgação focada, buscando locais onde há predominância de pessoas com conhecimento básico na área de transportes, porém não limitando a esse grupo.

Dessa forma, gerou-se os gráficos que seguem, onde é possível observar o perfil dos respondentes com base nas respostas obtidas. Foram recebidas 152 respostas, tendo 12 sido desconsideradas por serem repetidas (totalmente idênticas com devido a um erro de envio

do navegador, tendo a amostra se concretizado em 140 respostas, número consideravelmente maior que o mínimo estabelecido.

Este tópico apresenta tais respostas. É importante para mostrar de onde são as pessoas que participaram, além de uma estimativa geral de suas idades, áreas de atuação e escolaridade.

Como é possível observar na Figura 5.1, o número de respondentes do gênero masculino é maior, sendo de 63%, destacando que apenas 1 respondente feminina está ligada diretamente ao serviço de transportes. O espectro etário com mais respostas foi entre 25 e 64 anos, sendo a maioria de acadêmicos entre 25 e 34 anos, enquanto aqueles envolvidos indiretamente têm, majoritariamente, entre 35 e 49 anos, bem como ocorre com os envolvidos diretamente.

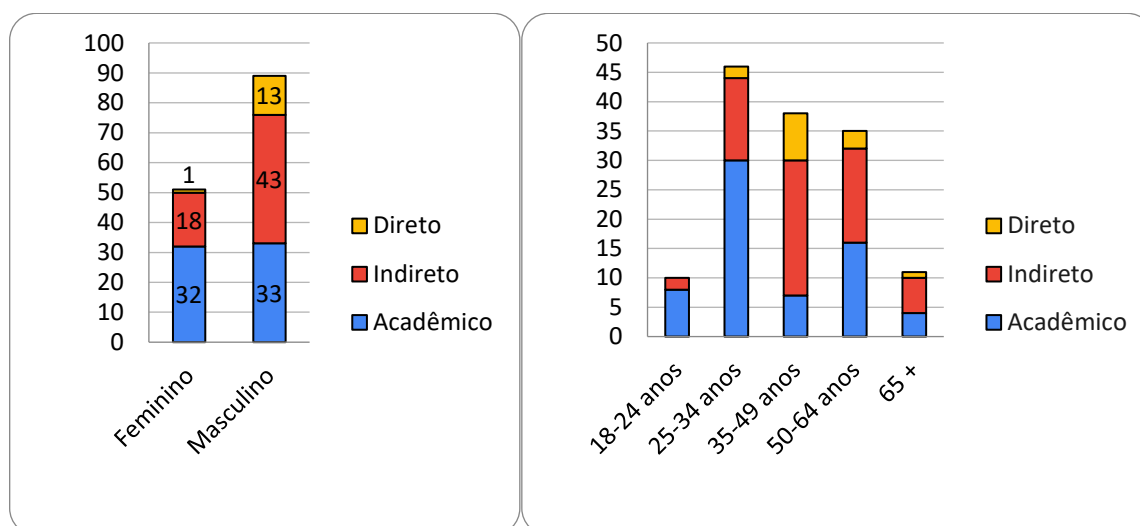


Figura 5.1. Gênero e Faixa Etária dos respondentes.

A Figura 5.2 traz o comparativo entre as rendas mensais dos três grupos citados, observando que a maioria possui renda alta, como é o caso dos envolvidos indiretamente. Neste quesito, acadêmicos estão espalhados de maneira praticamente uniforme entre os salários, devido à heterogenia do grupo que é formado estudantes (muitas vezes sem renda ou estagiando), professores e pesquisadores (renda variada conforme carreira); a maioria dos envolvidos diretos se divide entre na base e no topo deste arranjo.

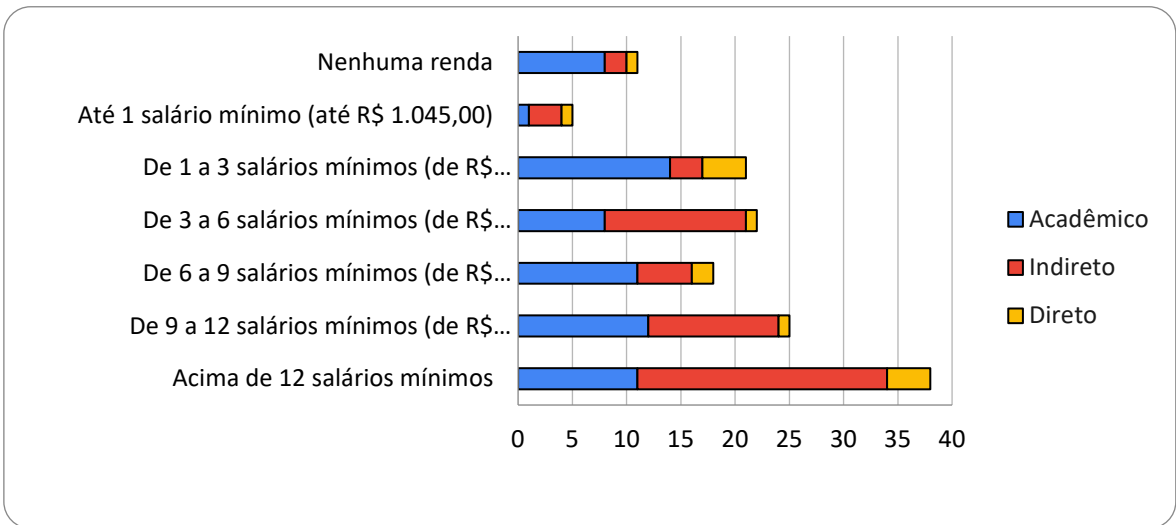


Figura 5.2. Renda Mensal dos respondentes.

Quanto à formação acadêmica, 55% da amostra é de pós-graduandos, sendo a 44 participantes acadêmicos e 33 indiretos; apenas 4 destes são diretos. Percebe-se que esta ordem de grandeza tende a se inverter com a diminuição do nível de escolaridade, estando os níveis menores compostos principalmente pelos envolvidos diretamente, o que é corroborado pela CNT (2019), que aponta que a maioria dos transportadores está situada entre o ensino médio completo e menores. Apesar disso, a amostra demonstrou um bom número de diretos com superior completo, fugindo da lógica estabelecida. (Figura 5.3).

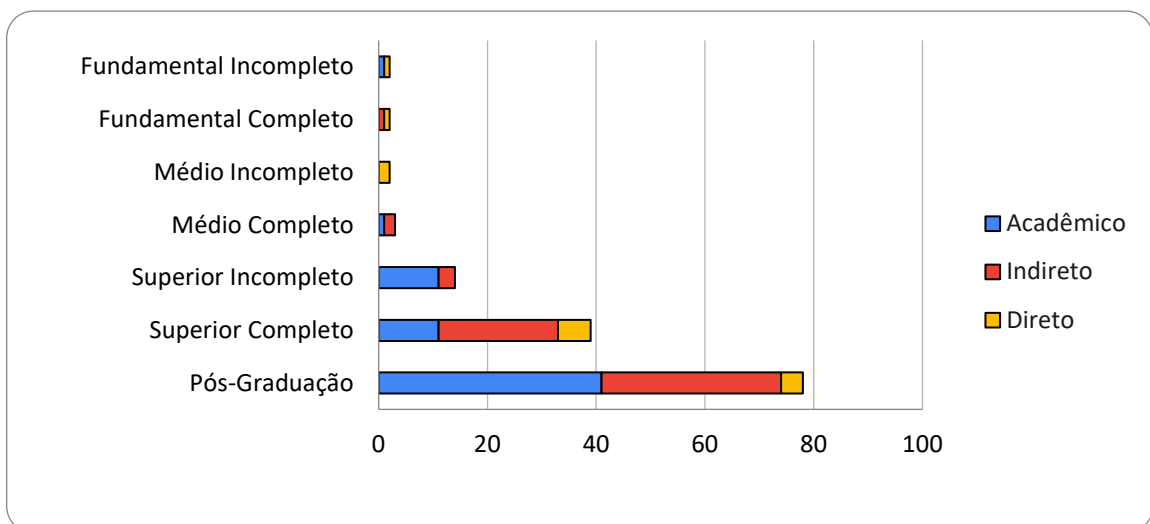


Figura 5.3. Escolaridade dos respondentes.

Como dito anteriormente, e constatado pela Figura 5.4, a jornada de trabalho de meio período é efetuada somente por acadêmicos (8 alunos), os quais também são os únicos a

compor quem não pode trabalhar (2) e praticamente os únicos procurando emprego; 80% da amostra é de trabalhadores em tempo integral, onde a maioria é público indireto, o que também ocorre com os aposentados.

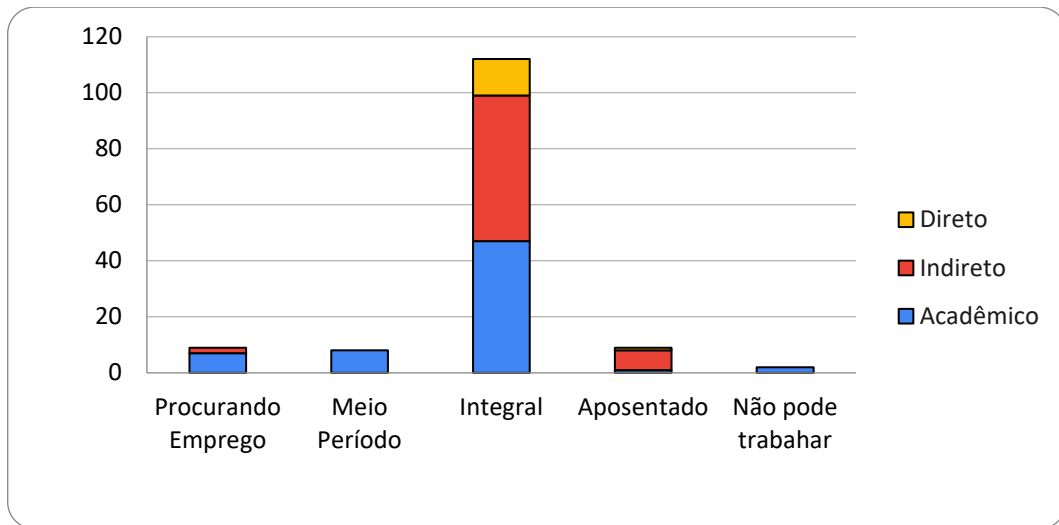


Figura 5.4. Jornada de Trabalho dos respondentes.

Ao fim desta apresentação do perfil do participante, constata-se que os estados brasileiros que mais contribuíram para esta pesquisa são Minas Gerais e Goiás, além do próprio Distrito Federal que contribuiu com aproximadamente 60% da amostra, como observado na Figura 5.5.

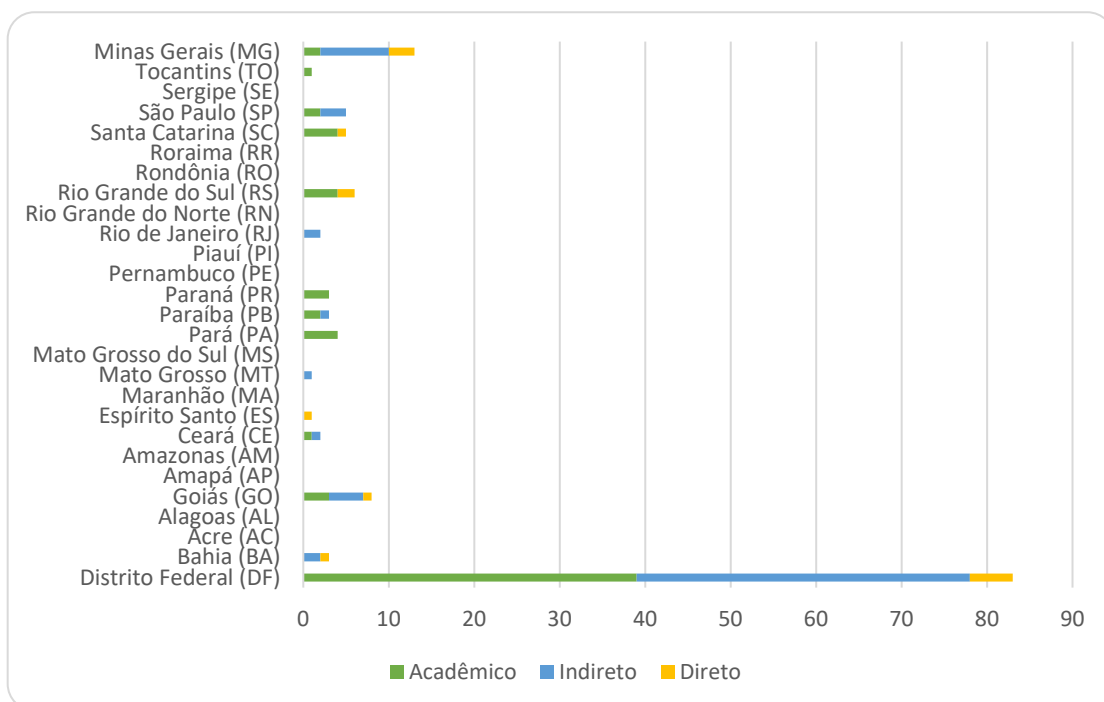


Figura 5.5. Estados em que residem os respondentes.

5.3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE EMPÍRICA DOS RESULTADOS

A primeira pergunta da pesquisa questionava se os participantes já tinham ouvido falar em VARC (quadro 4.1). A Figura 5.6 apresenta as respostas agrupadas pelas três categorias arbitradas, onde é possível observar o maior contato com o assunto por parte dos acadêmicos em geral. Ao observar a segunda pergunta (Figura 5.7), diretamente ligada à primeira, percebe-se que tal contato não implica necessariamente em um conhecimento prévio referente, de forma que é possível notar que a maioria dos respondentes (todos os grupos) afirmaram saber pouco sobre a tecnologia, tendo apenas 4 respondentes – 2 acadêmicos e 2 indiretos – afirmado saber bastante. Ainda, a maioria dos que sabem relativamente bastante (escala 4) também é acadêmica. Os perfis destes comprovam que são pessoas ligadas a temas relacionados à inovação tecnológica.

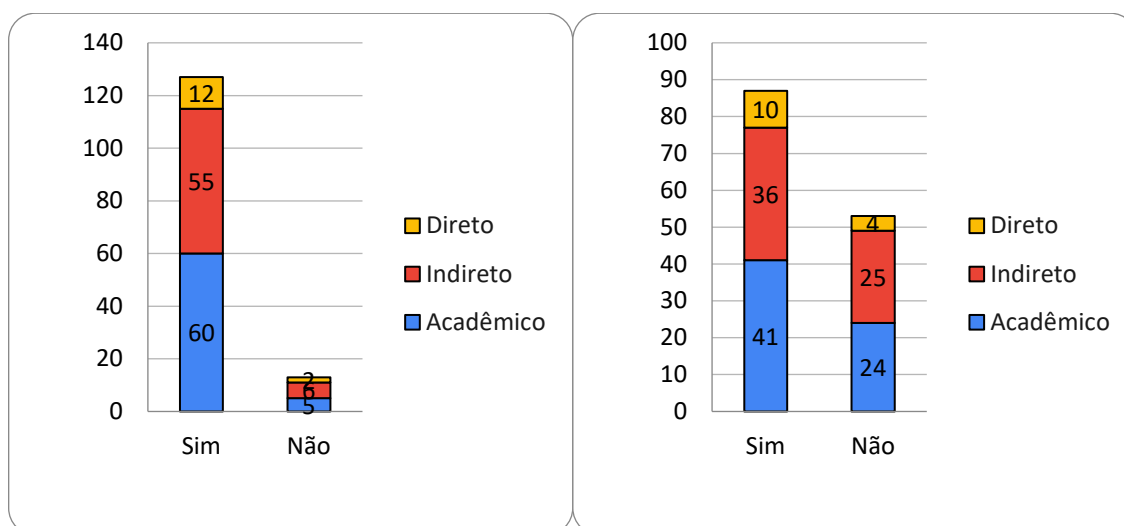


Figura 5.6. Contato com o assunto – Questão Binária.

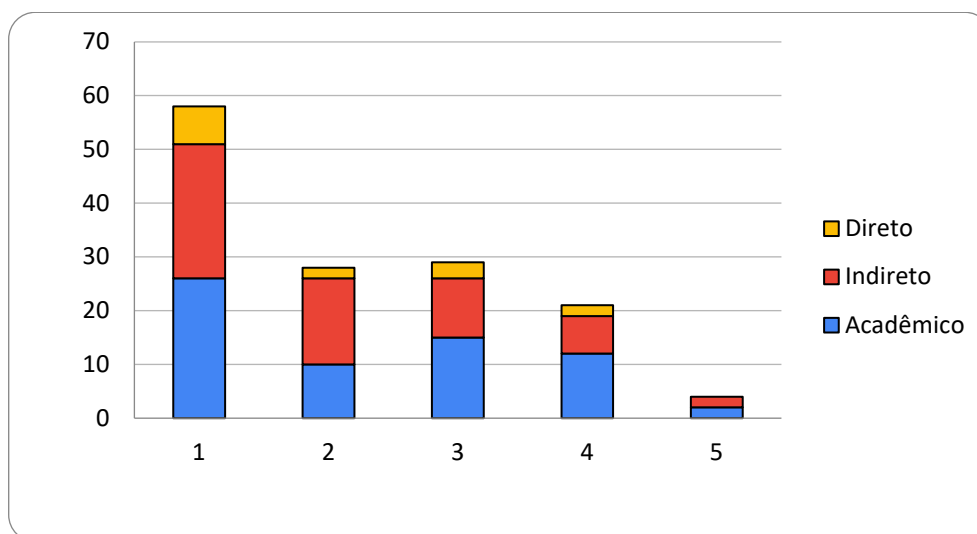


Figura 5.7. Conhecimento prévio – Questão A.

5.3.1 Expectativa de Desempenho

As próximas 4 perguntas dizem respeito à expectativa de desempenho na interação homem-máquina, tendo suas informações trazidas entre as figuras 5.8 e 5.11, as quais apresentam o otimismo dos três conjuntos sociais quanto a este aspecto, de modo que as respostas se concentram nas opções de 3 a 5 da escala.

Analisando cada uma destas mais especificamente, percebe-se pela figura 5.8 certa divergência entre as opiniões dos participantes em saber se as tarefas realizadas pelos transportadores teriam maior velocidade de realização com a utilização de VARC. Enquanto as amostras acadêmicas se comportam de maneira mais uniforme, assertivamente favoráveis à ideia, indiretos e, principalmente, diretos demonstraram maior indecisão. Isto pode ser atribuído à falta de conhecimento ou incredulidade acerca dos possíveis benefícios das tecnologias de formação de pelotão por esta classe. Apesar disso, infere-se que a execução mais rápida do serviço se tornaria um fato.

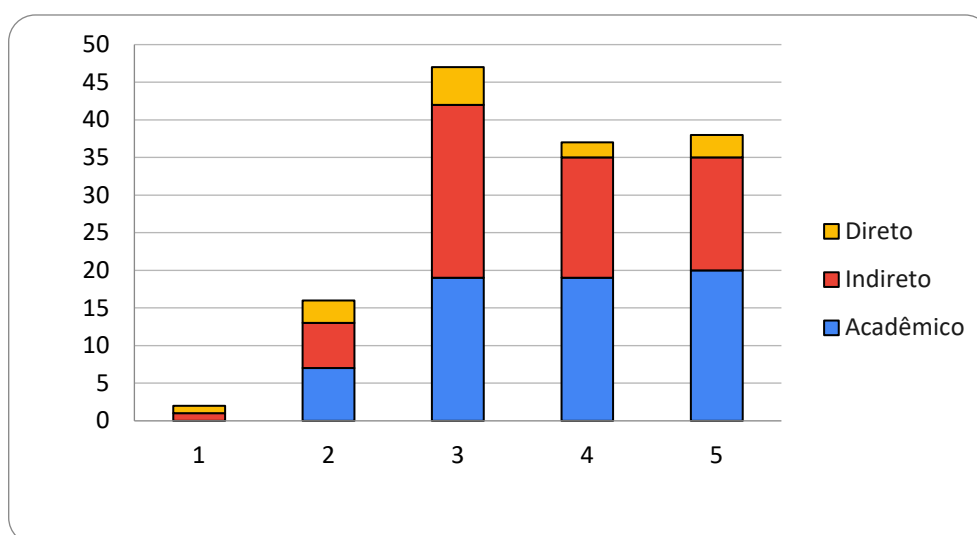


Figura 5.8. Respostas da Questão D1.

Quanto ao aumento da produtividade (figura 5.9), é praticamente unânime a resposta de todos os grupos arbitrados de que isto se tornaria um fato para os transportadores, uma vez que sequer houve marcações para a escala 1 e a maioria das respostas se concentra em 4 e 5. Isto pode ser explicado pela conveniência tecnológica, ou seja, principalmente nos últimos 20 anos o processo evolutivo foi marcante, transformando o comportamento social de maneira drástica, sendo isto aplicável ao mercado. Assim, a sociedade tende a acreditar que máquinas e sistemas inovadores executam tarefas de uma maneira mais metódica e, portanto, desenvolvem mecanismos de serviço mais adequados ou ótimos.

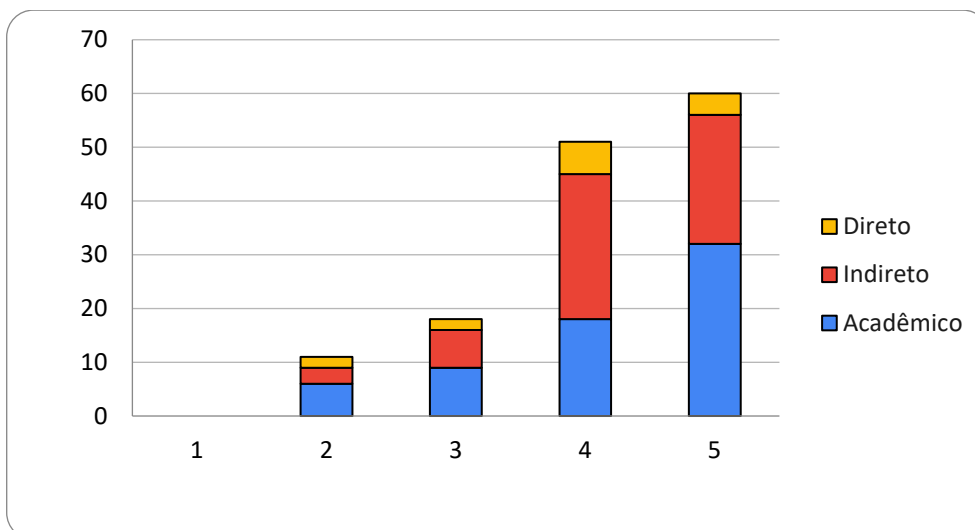


Figura 5.9. Respostas da Questão D2.

De maneira genérica, a opinião dos respondentes é assertiva com relação ao aumento da qualidade do serviço que seria desempenhado pelos transportadores (figura 5.10). Principalmente acadêmicos e indiretos acreditam que isto ocorreria. Os diretos se dividem entre plena convicção da concretização deste fato e a incapacidade de opinar sobre.

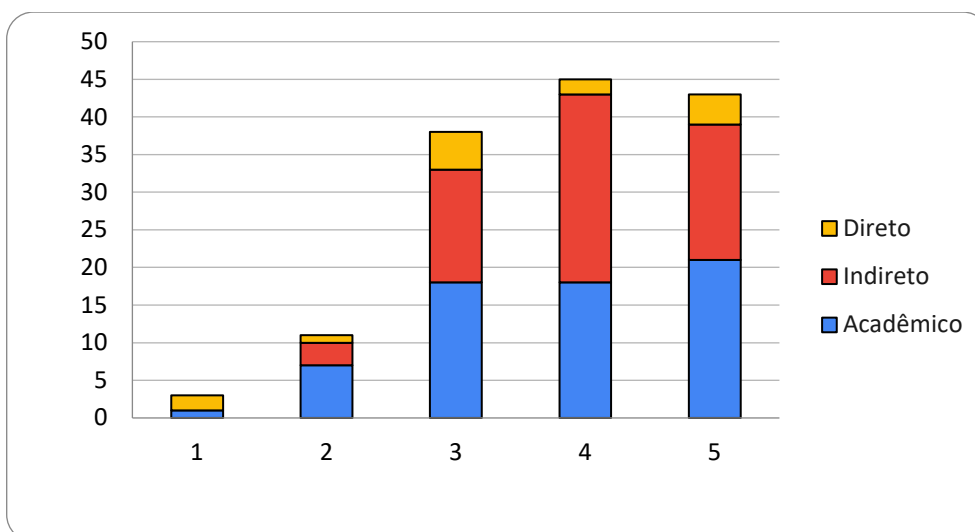


Figura 5.10. Respostas da Questão D3.

Ao observar a figura 5.11, percebe-se que a maioria dos diretos tende a achar que os VARC seriam muito úteis ao seu trabalho (escalas 4 e 5), mesmo que uma boa quantidade se negue a esta afirmação (escala 2). Apesar disso, o grupo se encaixa no quadro geral da percepção de que tais veículos teriam bastante utilidade aos transportadores na realização

se duas tarefas, até por ser parte do processo evolutivo do seu principal instrumento de trabalho.

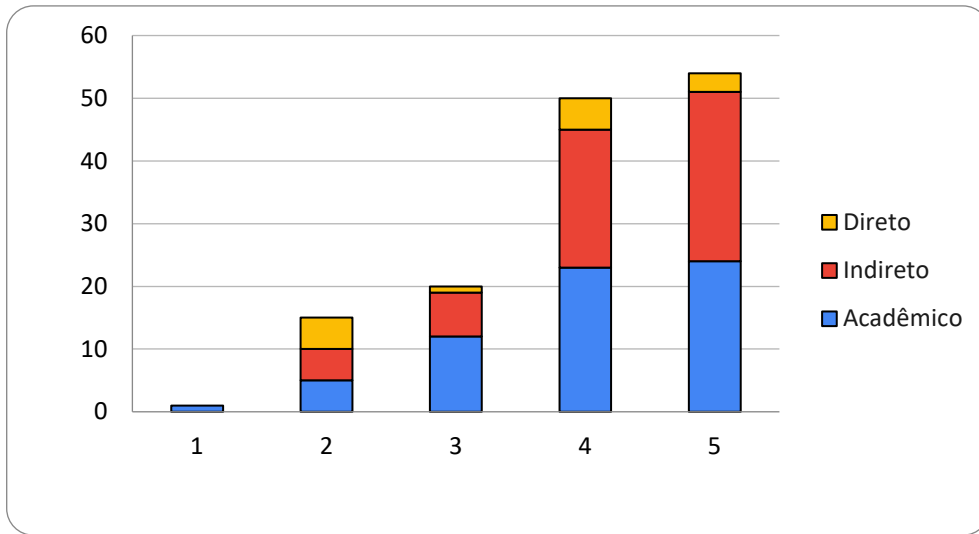


Figura 5.11. Respostas da Questão D4.

5.3.2. Expectativa de Esforço

Seguindo a análise, esta etapa trata das 4 questões da pesquisa acerca da expectativa de esforço a ser imprimido na interação do transportador para com a tecnologia, as quais são referentes às figuras 5.12 a 5.15. Diferentemente das questões relacionadas ao desempenho, a percepção geral dos respondentes para este caso é de que se demandaria um grande esforço dos transportadores, uma vez que a escala 3 é a de maior concentração de respostas para todos os casos, a qual representa o grau de indecisão dos respondentes.

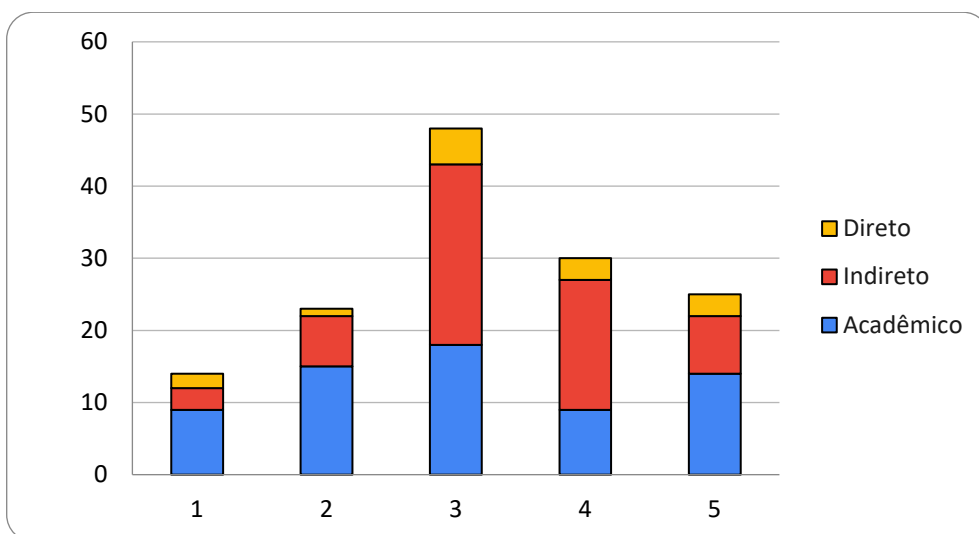


Figura 5.12. Respostas Questão E1.

Como é apresentado na figura 5.12, na opinião da maioria dos respondentes os transportadores não teriam tanta facilidade no aprendizado da operação de um sistema veicular autônomo. Isto pode estar ligado à inexistência de contato prévio com o equipamento ou ainda pela falta de habilidade em manusear novas tecnologias que fazem parte da infraestrutura desses veículos (aplicativos de celulares, relação com 5G, etc.), de modo que transportadores com mais idade, normalmente os autônomos, fazem menos uso de novos aparelhos, ao contrário do que ocorre com transportadores de empresas (CNT, 2019).

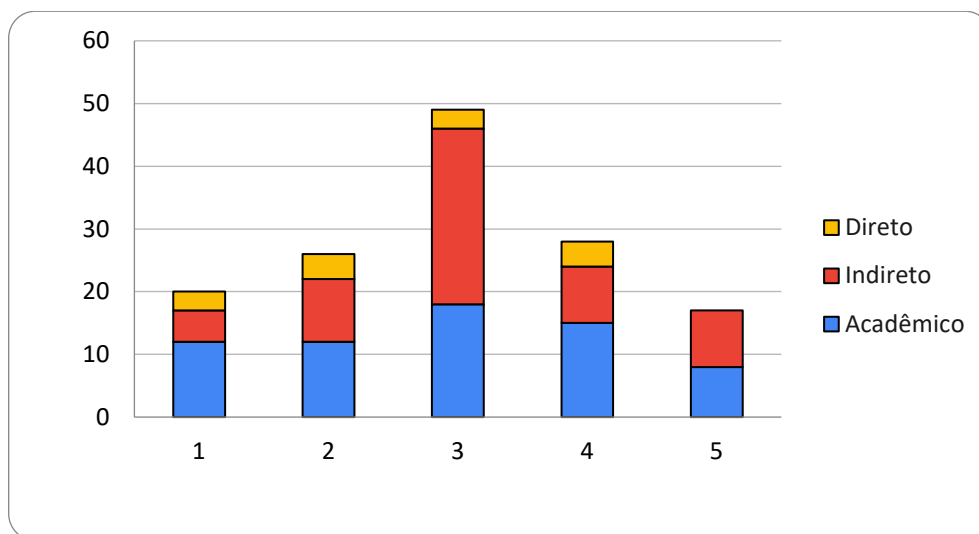


Figura 5.13. Respostas da Questão E2.

Naturalmente a autonomia do veículo tende a diminuir a interferência humana, principalmente nos trechos em que o veículo estiver apto a operar sozinho. Portanto, quanto à liberdade que os transportadores teriam para comandar o sistema à maneira que desejassem (figura 5.13), os participantes demonstram que este seria um aspecto dificultoso, principalmente ao levar em conta a opinião dos envolvidos diretamente, cujas respostas foram uniformes para cada escala, com exceção daquela que garantiria maior liberdade (escala 5).

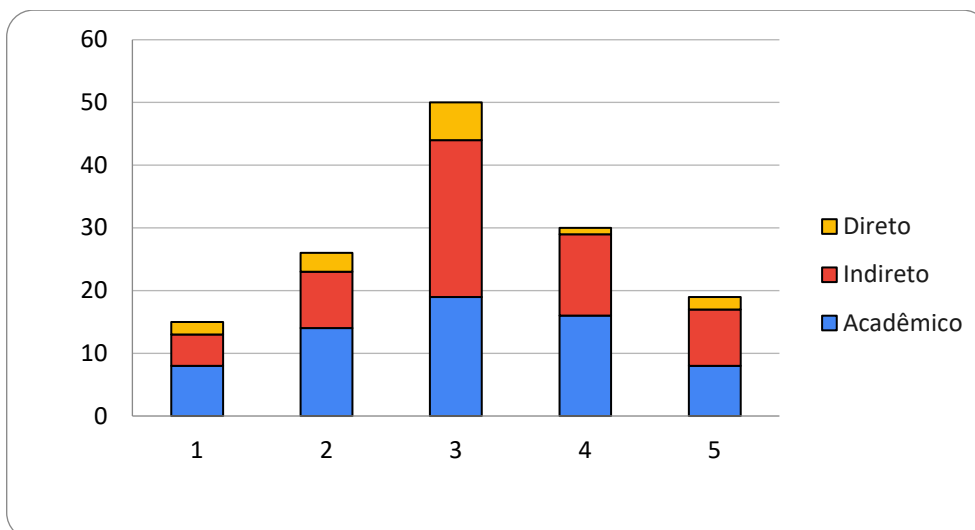


Figura 5.14. Respostas da Questão E3.

Pelas razões argumentadas com relação a E1 (figura 5.12), é possível inferir ocorrência similar quanto a E3 (figura 5.14), uma vez que a habilidade demandada ao transportador para que haja interação harmoniosa com o novo sistema requer certa familiaridade com as tecnologias agregadas.

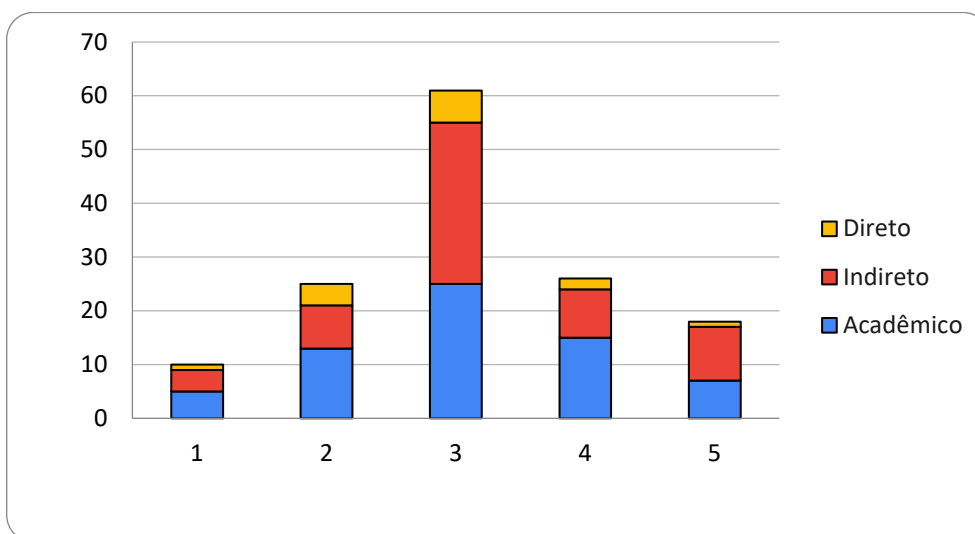


Figura 5.15. Respostas da Questão E4.

A figura 5.15 apresenta opinião dos entrevistados acerca da flexibilidade que o sistema oferece na interação homem-máquina. Sabendo que o esforço a ser imprimido neste quesito está relacionado ao grau com que o usuário não precise realizar ações não desejadas, a amostra expõe que não há pleno entendimento quanto à competência do sistema, que tende a privar o motorista da tomada de controle em algum momento, ou ainda que não há credulidade de que a máquina otimizaria o tempo que estes trabalhadores

têm durante a execução dos trabalhos, dando aos trabalhadores maior liberdade para realizar outras tarefas.

5.3.3. Influência Social

Este construto diz respeito ao modo como a opinião de pessoas importantes, colegas de trabalho ou a sociedade como um todo, influencia o comportamento e a sua intenção de uso de um indivíduo. As 3 perguntas deste aspecto são apresentadas nas figuras 5.16 a 5.18. Para este aspecto, o público demonstra que o indivíduo tende a se comportar de maneira que cumpra as expectativas sociais. No caso, adotando a tecnologia.

Na figura 5.16 é possível observar que a maioria dos entrevistados acredita que os transportadores utilizariam a tecnologia caso a sociedade achasse que deveriam fazê-lo. Ressalta-se que, com exceção de 5 pessoas (35%), o grupo envolvido diretamente com TRC tende a opinar similarmente aos demais grupos.

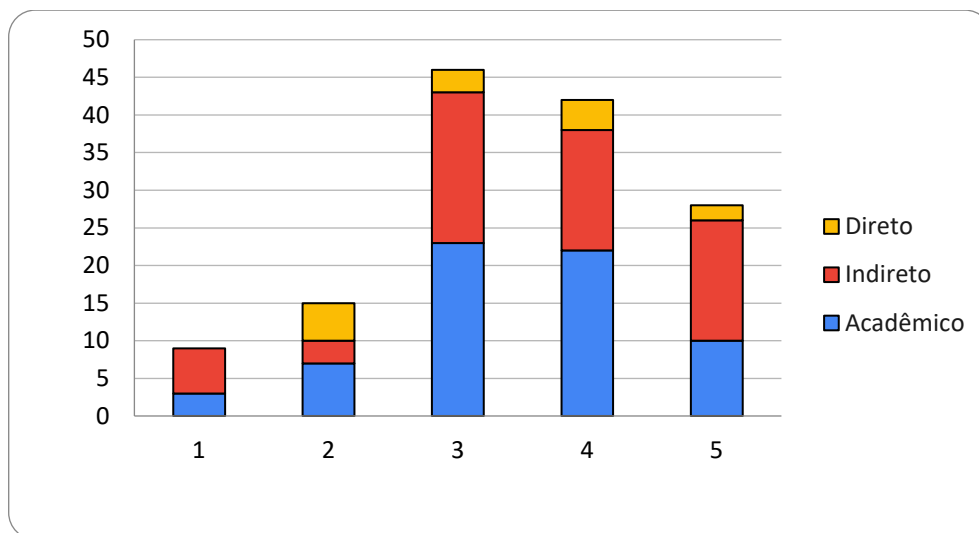


Figura 5.16. Respostas da Questão S1.

Para o caso de haver influência não da sociedade como um todo, mas de pessoas que importam aos transportadores (familiares, amigos, admirados do setor), há deslocamento da opinião, principalmente dos envolvidos diretamente, às escalas de maior tendência de adoção da tecnologia (figura 5.17).

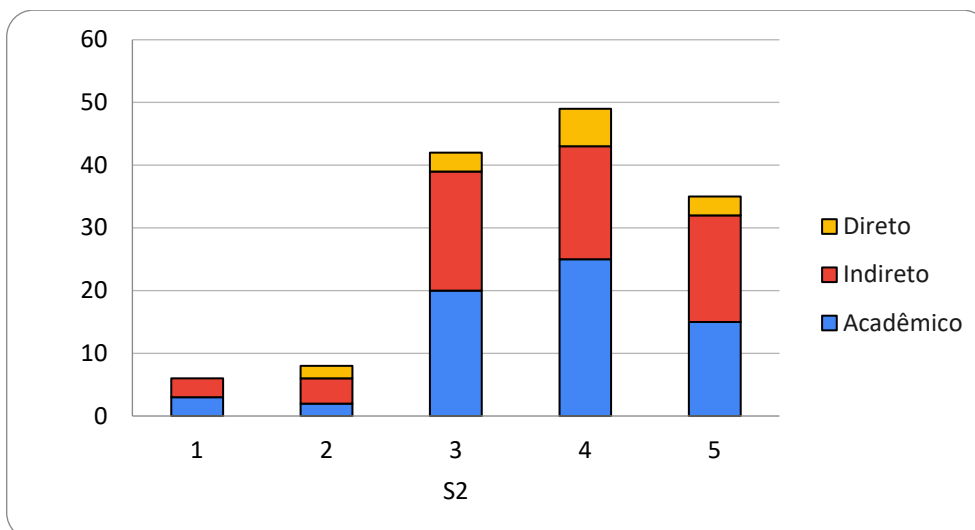


Figura 5.17. Respostas da Questão S2.

Quanto à posição e status atrelados ao uso de novas tecnologias, a pergunta S3 (figura 5.18) demonstra as maiores tendências de aceitação e intenção ao uso de VARC deste aspecto, expondo que, segundo a percepção dos entrevistados, isto seria um fator de influência em escala, funcionando como uma cadeia de adoção da tecnologia, onde quanto mais pessoas tiverem, maior a chance de outras aderirem. Adicionalmente, ocorre com os diretos o mesmo que ocorreu na pergunta anterior.

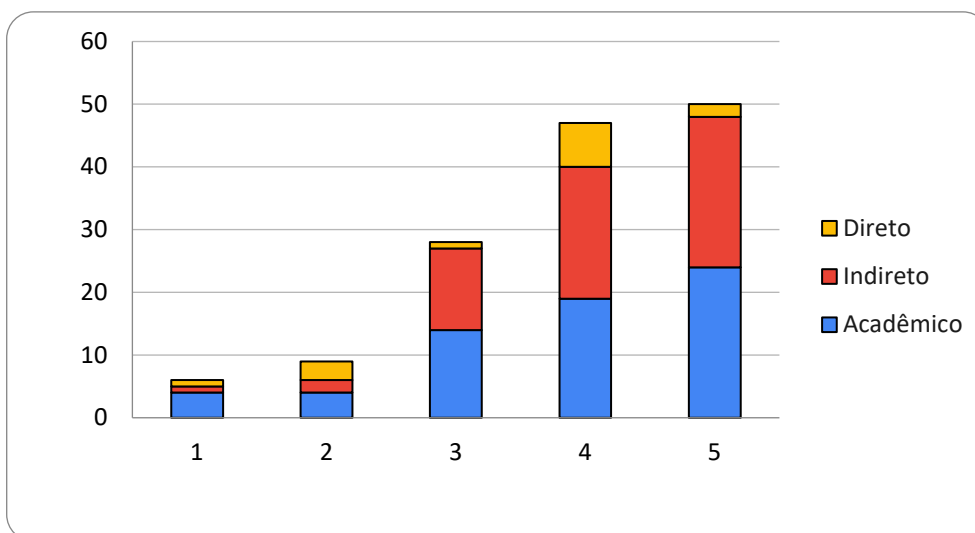


Figura 5.18. Respostas da Questão S3.

5.3.4 Condições Facilitadoras

Este construto, referente às últimas 4 questões da pesquisa, as quais são referentes às figuras 5.19 a 5.22, diz respeito ao grau que um indivíduo acredita que a infraestrutura técnica e organizacional existe para apoiar a utilização do sistema. Neste caso, a percepção

do público quanto à tecnologia mudou a cada pergunta, não houve seguimento tão uniforme quanto nos construtos anteriores.

A figura 5.19 se refere ao controle que o usuário teria sobre o sistema, que implica diretamente nas condições da infraestrutura tecnológica que estabelece diálogo entre o veículo e o sistema local. A maioria dos entrevistados acredita que os transportadores teriam controle sobre o uso dos VARC, principalmente pela percepção dos diretos e indiretos.

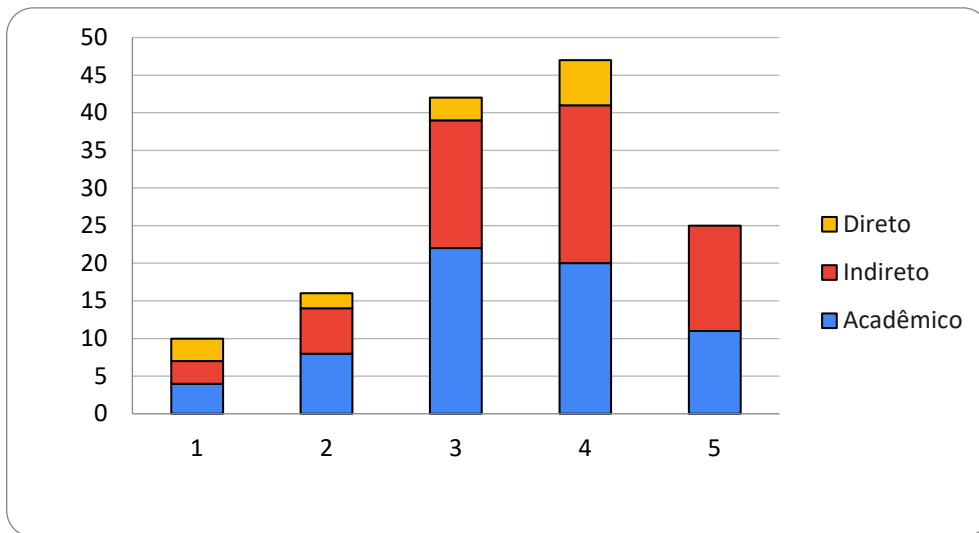


Figura 5.19. Respostas da Questão F1.

A questão F2, com resultados apresentados na figura 5.20, diz respeito à opinião dos participantes com relação aos recursos necessários, entregues ou portados, pelos transportadores para manusear o sistema veicular autônomo, tendo a maioria acreditado que não, principalmente os envolvidos diretamente com o TRC (aproximadamente 80%), bem como boa parte dos acadêmicos (33%). Neste caso, indiretos demonstram maior indecisão.

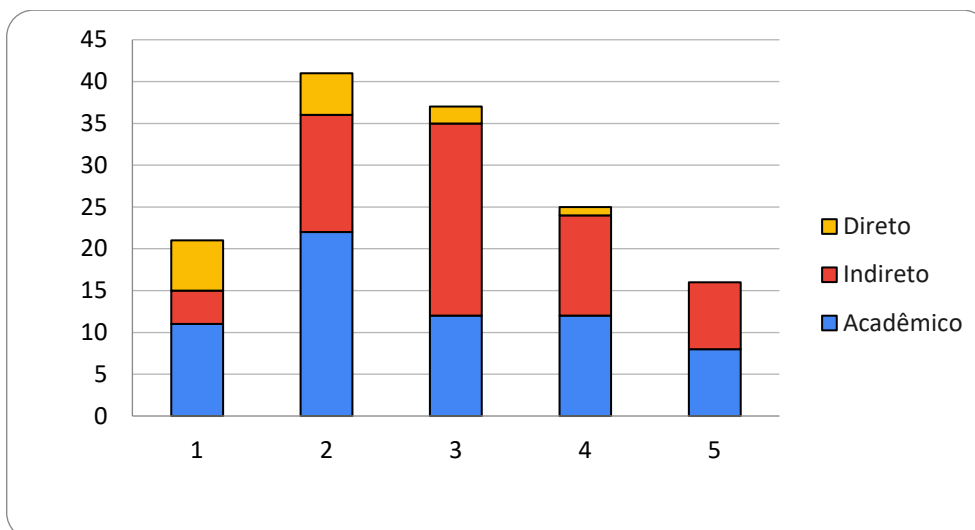


Figura 5.20. Respostas da Questão F2.

Sobre o conhecimento necessário para operar o sistema autônomo em transportes de carga (figura 5.21), a amostra acredita que os transportadores não o teriam, de modo que a maioria das respostas se concentrou em escalas pessimistas, principalmente ao observar-se os grupos diretamente envolvidos e acadêmicos. Isto está ligado à falta de contato e consequente falta de conhecimento prévio acerca da tecnologia, sabendo que a maioria dos transportadores do país é autônoma e geralmente dispõe de menos recursos e acesso à informação.

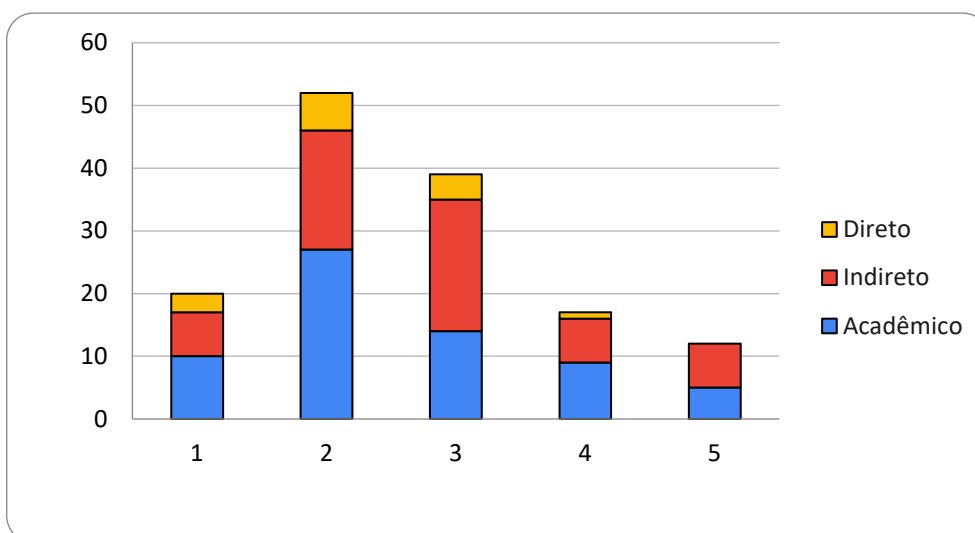


Figura 5.21. Respostas da Questão F3.

De maneira um tanto errônea, os entrevistados acreditam que o sistema autônomo não é compatível com veículos rodoviários de carga, uma vez que já existem diversas tecnologias autônomas no mercado que auxiliam não só o transporte, como toda a logística que envolve o TRC. Apesar de boa parte do público diretamente envolvido acreditar nisto

(43%), o restante está distribuído entre as demais escalas, provando que o sistema pode ser compatível com o transporte rodoviário, atribuindo esta opinião à experiência destes. Acadêmicos e envolvidos indiretamente em sua maioria não opinaram tão decididamente.

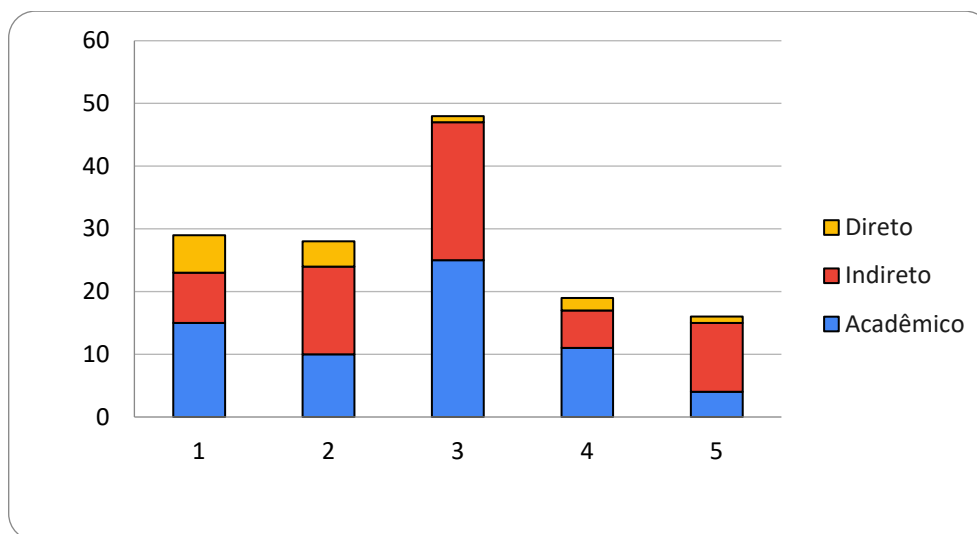


Figura 5.22. Respostas da Questão F4.

5.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Complementarmente às análises empíricas dos resultados, foram calculados os seguintes parâmetros estatísticos ajudam a entender melhor o comportamento dos resultados a partir dos três grupos arbitrados: média, mediana, desvio padrão, excesso de curtose e assimetria. Para facilitar a apresentação dos resultados, foram atribuídos códigos para cada questão (quadro 4.1). Assim, tais dados estão apresentados no apêndice A1.

A média é uma medida que reflete o grau geral das respostas, enquanto a mediana indica os resultados mais centrais na distribuição das respostas. O desvio padrão mede o grau de dispersão dos resultados, ou mostra pouca concordância entre os respondentes para a questão. O excesso de curtose, por sua vez, é uma medida que determina o grau de normalidade da distribuição dos dados, de forma que quanto mais distante seu valor for de 0 (negativo ou positivo) mais longe da distribuição da curva normal é seu comportamento dos dados. Por fim, a assimetria é uma medida da concentração de dados em um dos lados da curva, onde uma assimetria negativa indica dados concentrados ao lado direito do gráfico, enquanto a positiva indica concentração do lado direito.

Sendo assim, é possível observar que a média de respostas de conhecimento prévio (A) dos acadêmicos acerca da tecnologia é ligeiramente maior que a dos demais grupos, porém observa-se um desvio padrão maior, indicando maior divergências nas respostas, o que se também se comprova pela curtose. Indiretos apresentaram maior assimetria.

Quanto ao desempenho esperado a partir da implantação de VARC, todos os grupos demonstraram maior média quanto à expectativa de aumento de produtividade nas tarefas realizadas pelos transportadores (D2). Destas, a menor se deu pelo grupo diretamente envolvido, o qual também apresentou maior desvio padrão, enquanto a maior foi dos indiretos. As menores médias dos grupos foram relacionadas às questões de aumento de qualidade (D3) para acadêmicos, e de maior rapidez na execução (D1) para diretos e indiretos. A maior divergência de respostas apresentadas se deu no grupo direto, principalmente para D1 e D3.

Para o esforço que se espera ser investido a fim de que os transportadores executem as tarefas quando da interação com o sistema, a maior média para acadêmicos foi direcionada à questão da flexibilidade deste aspecto (E4), enquanto para os envolvidos direta e indiretamente se deu à questão de facilidade de aprendizado (E1). As menores médias foram relacionadas à liberdade de comando do sistema para todos os grupos (E2). Para este aspecto os maiores desvios padrões foram da amostra acadêmica, com exceção de E3; o mesmo ocorre para as menores médias, com exceção de E2.

Em se tratando da capacidade de alteração de comportamento a partir da influência social exercida para com os transportadores, as maiores médias foram respectivas ao status associado ao uso de novas tecnologias (S3) para acadêmicos e indiretos, e de influência de pessoas importantes (S2) para os diretos. As menores médias foram relacionadas à influência da sociedade em geral (S1) para todos os grupos. Neste caso, a maior divergência (desvio padrão) se deu pelos envolvidos diretamente quanto a S3, a qual também apresentou a menor média de todos os grupos.

Para as condições facilitadoras para que ocorra a interação com a tecnologia, a questão de maior média recebida foi a de controle sobre o uso do sistema (F1) para todos os grupos. A de menor média para acadêmicos e indiretos foi acerca do conhecimento necessário que os transportadores deveriam ter para utilizar o sistema (F3); para diretos foi a questão relacionada aos recursos necessários para tal utilização (F2). Neste caso, as maiores

divergências estiveram relacionadas a F1 e F4 (compatibilidade do sistema com outros atualmente utilizados), ambas pelo grupo diretamente envolvido.

Em todos os casos o valor central encontrado ao ser feito ordenamento crescente das respostas (mediana), o grupo de diretos apresentou valor menor ou igual para todas as perguntas, nunca ultrapassando os valores dos demais grupos, os quais foram majoritariamente maiores.

5.5 TÓPICOS CONCLUSIVOS

A amostra dos entrevistados da pesquisa de opinião demonstrou desconhecer a tecnologia, porém compreender o que ocorre com inovações tecnológicas no país. A sociedade brasileira é comumente conhecida pela boa aceitação de novos sistemas, como citado em capítulos anteriores, sabendo que a dificuldade está atrelada à falta de aparelhos políticos e de investimentos em pesquisa (retroalimentação de mercado). Ou seja, neste caso, identifica-se uma relação entre o nível de conhecimento sobre VARC e a intenção e comportamento de uso, que pode indicar que dúvidas relacionadas às consequências da adoção tendem a desaparecer conforme a pessoa está mais informada.

Foi demonstrado que a maioria dos quesitos relacionados aos ganhos pelo uso de VARC serão importantes à realização do serviço pelos transportadores, principalmente na opinião de pesquisadores da área. Esta expectativa tende a diminuir conjuntamente à participação dos grupos (menos indiretos, menos diretos ainda). Fica comprovado que existe grande expectativa com relação ao desempenho sucedido após a adoção dos VARCs no contexto brasileiro, ocorrendo o mesmo em relação à capacidade social de influenciar transportadores a fazê-lo. É possível inferir, ainda mais se levando em conta os comentários feitos pelos participantes, que há interesse significativo em alguns dos possíveis benefícios atrelados à adoção de sistemas autônomos em veículos rodoviários de carga (apêndice A2).

Em contrapartida ficou explícito que na opinião geral dos grupos existem barreiras, ou baixas expectativas, relacionadas ao esforço a ser investido na interação com o sistema e das condições que facilitam essa adoção, sempre atreladas à falta de contato prévio com a máquina, entre todos os fatores motivadores que propiciam tal interação, como falta de infraestrutura, de recursos, de familiaridade (facilidade de uso) com novas tecnologias.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esta seção tem como objetivo explicitar as conclusões a que se chegou a partir do estudo feito, bem como as recomendações a estudos futuros que tenham qualquer similaridade com o problema de pesquisa apresentado.

Como citado nos tópicos conclusivos dos capítulos anteriores, é notável a necessidade da implementação da indústria 4.0 através da IoT no cenário brasileiro, sendo um destes quadros o de veículos autônomos, ainda mais em se tratando do transporte rodoviário de carga, grande responsável pela manutenção mercadológica brasileira. É possível inferir, ainda mais se levando em conta os comentários feitos pelos entrevistados, que há interesse significativo em alguns dos possíveis benefícios atrelados à adoção de sistemas autônomos em veículos rodoviários de carga. Tais comentários também comprovam as barreiras expostas, principalmente pela surpreendente lacuna de conhecimento demonstrado pelo público envolvido diretamente com relação ao sistema.

A expectativa de desempenho, o qual inclui a utilidade percebida, é o mais forte preditor de intenção e permanece significativo em todos os pontos de medição em ambas as configurações (voluntárias e mandatórias) para explicar a intenção de se utilizar um sistema. A influência social inclui um mecanismo de conformidade, abordado por Venkatesh e Davis (2000), o qual versa que um indivíduo simplesmente altere sua intenção em resposta à pressão social - isto é, o indivíduo pretende cumprir a influência social. Tendo estes construtos recebido as melhores avaliações, principalmente o de desempenho, entende-se que a tecnologia seria bem-vinda ao país.

O fator de esforço diz respeito à facilidade associada ao uso do sistema, tendo Davis (1989) afirmando que quanto maior for a facilidade de uso percebida, maior aceitação de certa tecnologia. Pela percepção dos respondentes, foram revelados alguns obstáculos importantes relacionados ao esforço a ser investido pelos manuseadores e gestores e às condições de facilitação da implantação da tecnologia, as quais estão atreladas ao alcance de tecnologias afins e aos recursos necessários para operá-la. Devido a esses fatores, ainda existe algum nível de incerteza quanto à popularização de veículos autônomos rodoviários de carga no Brasil.

Destaca-se que a UTAUT se apresenta como um modelo de aceitação da tecnologia com alta capacidade explicativa, apesar disso, Brito e Ramos (2019) afirmam que este não é capaz de ser assertivo sobre todos os fatores que exercem influência sobre o indivíduo na

tomada de decisão quanto ao uso (ou não) de uma tecnologia da informação. Segundo os autores, isto se dá pelo fato de que o modelo propõe uma análise referente somente à percepção do indivíduo, tendendo a não considerar variáveis externas que exercem influência sobre ele. Como citado anteriormente, parte-se da premissa de que o indivíduo está disposto a aceitar a tecnologia e o que se busca com a análise é somente verificar quais os principais fatores que influenciam essa adoção. Além disto, verifica-se subjetividade das principais variáveis e que a participação de respondentes que demonstrem pouco conhecimento do tema é menos relevante (perguntas sucessoras àquela sobre conhecimento prévio perdem seu efeito), o que pode gerar vieses à análise e ao entendimento da questão em estudo.

Ante ao exposto, recomenda-se para pesquisas futuras, utilizar o modelo teórico evoluído, consistindo na sua segunda versão (UTAUT2) para aplicação da pesquisa de opinião – por sua maior consideração de construtos relacionados à sensibilidade ao preço e à segurança do sistema – demonstrando ser mais indicado para avaliar a aceitação de novas tecnologias. Importa ressaltar que esta pesquisa buscou divulgação e participação principalmente do público direto, não tendo sido esta majoritária. Diante disto, infere-se que o modelo exibirá maior rendimento caso seja melhor aplicado, centrado ao ponto de vista organizacional do setor, ou seja, com maior participação pelo público envolvido diretamente com o serviço. Efeito este que pode ser otimizado com a entrada de outro fator moderador no modelo: o espaço (ambiente) de utilização do sistema, assim refinando a pesquisa.

Além disso, é necessária divulgação de informações acerca da tecnologia. Isto tende a auxiliar que, pesquisas futuras sejam respondidas com melhores intenções, onde o participante dispõe de melhores fontes de conteúdo (conhecimento e significado da tecnologia, vantagens, desvantagens, especificidades, etc.), e conduzir melhor a forma com que lidarão com a tecnologia. Dessa forma, se pretende prever melhor o impacto associado e a percepção social aos novos sistemas. Às entidades responsáveis cabe investir em capacitação e formação dos profissionais da área, uma vez que a tecnologia tende a se estabelecer eventualmente no país. Sabendo isto, fica o agradecimento à colaboração, esforços e divulgação empregados pelo SEST SENAT (Serviço Social do Transporte e Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte), através da representante Luciana Malamin Correia, contribuindo para esta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. NBR 9762: Terminologia. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2006.

Análise da evolução das emissões de GEE no Brasil (1990-2012) [recurso eletrônico]: setor de energia / Instituto de Energia e Meio Ambiente (Iema). – São Paulo: Observatório do Clima, 2014. 51 p.

ANDERHOFSTADT, B., & SPINLER, S. (2020). Preferences for autonomous and alternative fuel-powered heavy-duty trucks in Germany. *Transportation Research Part D-transport and Environment*, 79, 102232.

Atlas Global do Carbono. Emissões Nacionais 2020. Disponível em: <http://www.globalcarbonatlas.org/en/content/welcome-carbon-atlas>. Acesso em: out. 2020.

BIT. Banco de Informações e Mapas de Transportes. 2013. Disponível em: <http://www2.transportes.gov.br/bit/02-rodo/rodo.html>. Acesso em: out. 2020.

BRASIL. Lei nº 9.503. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Diário Oficial da União, 24 setembro 1997.

BRITO, J. V. DA C. S. e RAMOS, A. S. M. Limitações dos Modelos de Aceitação da Tecnologia: um ensaio sob uma perspectiva crítica. *Revista Gest@o.Org*, v. 17, Edição Especial, 2019.

CANTARELLA, G. E. E DI FEBBRARO, A. "Transportation systems with autonomous vehicles: Modeling issues and research perspectives," 2017 5th IEEE International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS), Naples, 2017, pp. 1-6, doi: 10.1109/MTITS.2017.8005580.

CNT. Confederação Nacional do Transporte. Acidentes Rodoviários. Disponível em: <http://www.cnt.org.br>>. Acesso em: Out 2020.

CNT. Confederação Nacional do Transporte. Atlas do Transporte 2006. Disponível em: <https://repositorio.itl.org.br/jspui/bitstream/123456789/116/1/Atlas%20Transporte%202006.pdf>>. Acesso em: out. 2020.

CNT. Confederação Nacional do Transporte. Atlas do transporte 2019. Disponível em: <http://www.cnt.org.br>>. Acesso em: Out 2020.

CNT. Confederação Nacional do Transporte. Economia em Foco. Disponível em: <http://www.cnt.org.br>>. Acesso em: Out 2020.

COHEN, J. Statistical power analysis for the behavioral sciences I Jacob Cohen. - 2nd ed. Bibliography: p. Includes index. ISBN 0-8058-0283-51. Social sciences-Statistical methods. 2. Probabilities. I. Title. HA29.C66 1988 300'.1 '5195-dcl9 88-12110

CRUZ, E. (2008) Risco de Colapso. Revista CNT – Transporte Atual, n. 158.

CUNHA FILHO, M. S. (2014). Avaliação da Vulnerabilidade da Rede de Transporte Rodoviário de Carga no Brasil. Dissertação de Mestrado em Transporte, Publicação: T.DM: 011A/2014, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 150p.

DIRSEHAN, T., & CAN, C. (2020). Examination of trust and sustainability concerns in autonomous vehicle adoption. *Technology in Society*, 63, 101361.

DAVIS, F. D. (1989). Perceived of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, Minneapolis, USA, 13(3), 319-338. <https://doi.org/10.2307/249008>

F. GECHTER, E. AGLZIM, S. SENOUCI, N. RODET-KROICHVILI, C. CAPPELLE AND D. FASS, "Transportation of Goods in Inner-City Centers: Can Autonomous Vehicles in Platoon Be a Suitable Solution?" 2017 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), Belfort, 2017, pp. 1-5, doi: 10.1109/VPPC.2017.8330913.

FAUL, F., et al. (2007) G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39, 175-191. doi:10.3758/BF03193146

HIJJAR, M. F. e LOBO, A. Cenário da Infraestrutura Rodoviária No Brasil. Artigos, Instituto de Especialistas em Logística e Suply Chain. Webpage. Disponível em: <https://www.ilos.com.br/web/cenario-da-infraestrutura-rodoviaria-no-brasil/>. Acesso em: out. 2020.

HUDSON, JOHN & ORVISKA, MARTA & HUNADY, jan. (2019). People's attitudes to autonomous vehicles. *Transportation Research Part A Policy and Practice*. 3. 164-176. 10.1016/j.tra.2018.08.018.

- KAPSER, S., & ABDELRAHMAN, M. (2020). Acceptance of autonomous delivery vehicles for last-mile delivery in Germany – Extending UTAUT2 with risk perceptions. *Transportation Research Part C-emerging Technologies*, 111, 210-225.
- KNAUTH, Daniela Riva et al. Manter-se acordado: a vulnerabilidade dos caminhoneiros no Rio Grande do Sul. *Rev. Saúde Pública, São Paulo*, v. 46, n. 5, p. 886-893, Oct. 2012. disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102012000500016&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 nov. 2020. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102012000500016>.
- LOBO, E., & MATTAR VALENTE, A. (2014). Brazilian cargo road transportation infrastructure: Globalization, logistics, policy and growth. *Acta Scientiarum Technology*. 36. 381-387. 10.4025/actascitechnol.V36i3.18843.
- LOPES, E. P. Características do Transporte Rodoviário de Carga – TRC: infraestrutura logística e estrutura de mercado. *Revista CNA Brasil*, p. 4–9, 2015.
- MARCHETTI, D.S.; FERREIRA, T. T. Situação atual e perspectivas da infraestrutura de transportes e da logística no Brasil In: *BNDES 60 anos: perspectivas setoriais*. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2012. p. 232-270.
- MONIOS, J. & BERGQVIST, R. (2019). The transport geography of electric and autonomous vehicles in road freight networks. *Journal of Transport Geography*. 80. 1-11. 10.1016/j.jtrangeo.2019.102500.
- MONTORO, L., USECHE, S., ALONSO, F., LIJARCIO, J., BOSO, P., MARTI-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. 10.1016/j.ssci.2019.07.041.
- National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) 2013. U.S. Department of transportation releases policy on automated vehicle development. Webpage. Disponível em <https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/automated-vehicles-safety>. Acesso em: 20 set. 2020.
- ROSA, R. & PINHEIRO JUNIOR, L. & ROMANI-DIAS, M. (2016). UTAUT: A look at the Unified Theory of Adoption and Use of Technology from Brazilian Journals of Management.

ROSS, C. & GUHATHAKURTA, S. (2017). Autonomous Vehicle sand Energy Impacts: A Scenario Analysis. *Energy Procedia*, v. 143, p. 47-52.

SAE, 2019. SAE J3016 Levels of Driving Automation. Disponível em: <https://www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic>. Acesso em: 20 nov. 2020.

SAMPAIO, RF; MANCINI, MC. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Rev. bras. fisioter.*, São Carlos , v. 11, n. 1, p. 83-89, Feb. 2007. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-35552007000100013&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 26 Oct. 2020.

SEN, A. *Development as freedom*. São Paulo: Editora Schwarcz, 2008.

SIVANANDHAM, S., & GAJANAND, M.S. (2020). Platooning for sustainable freight transportation: an adoptable practice in the near future? *Transport Reviews*, 40, 581 - 606.

STEWART, R.; DAVID, P. *Logística Internacional*. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

TEDESCO GMI, VILLELA TMA, GRANEMANN SR, FORTES JAAS. Mercado de Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil. *Revista ANTT*. 2011;3(2):140-51.

TRANFIELD, D; DENYER, D.; SMART, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *British Journal of Management*, v. 14, p. 207–222, 2003.

VENKATESH, V. & DAVIS, F. D., (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: four longitudinal field studies. *Management Science*, Ann Arbor (MI), 46(2), 186-204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>

VENKATESH, V., MORRIS, M. G., DAVIS, G. B. & DAVIS, F. D., (2003). User acceptance of information technology: toward a unified view. *Mis Quarterly*, Minneapolis (MN), 27(3), 425-478. <https://doi.org/10.1287/10.2307/30036540>

VILLELA, T. M. A. E TEDESCO, G. M. I. (2011) Sistema de Transporte Rodoviário de carga: uma proposta para sua estrutura e elementos. *Transporte em Transformação XV: trabalhos vencedores do prêmio CNT de Produção Acadêmica 2010 / Confederação Nacional do Transporte, Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte*. -- Brasília: Positiva, 2011. 216 p.

WANKE, P. F.; FLEURY, P. F. Transporte de cargas no Brasil: estudo exploratório das principais variáveis relacionadas aos diferentes modais e às suas estruturas de custos. In: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. (Org.). Estrutura e Dinâmica do Setor de Serviços no Brasil. Brasília: IPEA, p. 409-464, 2006.

WOLFF, M., ABREU, C., & CALDAS, M. A. (2019). Evaluation of road transport: a literature review. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 16(1), 96-103. <https://doi.org/https://doi.org/10.14488/BJOPM.2019.v16.n1.a9>

APÊNDICE I: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

1 - REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Esta parcela do trabalho diz respeito à aplicação da metodologia de Revisão Sistemática da Literatura. Optou-se pelo procedimento de revisão a partir das 10 etapas (totais) sugeridas por Tranfield et al. (2009), seccionadas em 3 fases: planejamento de revisão (3 etapas), condução da revisão (5 etapas) e relatório e disseminação (2 etapas).

Fase 1: Planejamento da revisão

A Fase 1 divide-se em identificação da necessidade de uma revisão de literatura, preparação de uma proposta de revisão e desenvolvimento de um protocolo de revisão.

a) Identificação da necessidade de uma revisão de literatura

A primeira etapa dentro desta fase traz a necessidade de identificar estudos e trabalhos acadêmicos sobre o tema em análise. O Portal de Periódicos CAPES foi a principal ferramenta usada, tendo sido utilizadas as bases periódicas Web of Science e Scopus. A busca se deu através dos termos "*cargo*", "*freight*", "*logistic*", "*trucks*", "*autonomous vehicles*", "*self-driving*" e "*transport**" (o uso do * inclui os termos *transports* e *transportation*). Para tanto, foi ainda utilizado o operador booleano OR e o operador AND, a fim de garantir artigos combinados, que considerassem algum dos quatro primeiros termos ligados a algum dos dois termos em segundo, que por sua vez também estivessem ligados a quaisquer variações do último termo.

Com isso foram encontradas 46 publicações na *Web of Science* e 177 na *Scopus*. Com o intuito de encontrar publicações com abordagens similares à deste projeto, foram aplicados filtros de pesquisa (Quadro A.1) em ambas as bases periódicas, e, analisados os resumos dos resultados, foi feita a seleção de 16 artigos, sabendo que destes. Ressalta-se que a busca também foi realizada com os termos em português a fim de verificar a existência de revisões produzidas no Brasil, não tendo sido encontrados resultados pertinentes. Portanto há necessidade em realizar uma nova revisão literária, tendo em vista que existem poucos trabalhos com essa abordagem, sendo nenhum de produção ou aplicação nacional.

b) Proposta de revisão

A proposta desta Revisão Sistemática da Literatura consistiu em sintetizar os conhecimentos obtidos em estudos internacionais, fazendo também paralelos com a realidade brasileira. Foram identificados os principais impactos sobre as esferas sustentáveis mediante a implantação de veículos autônomos rodoviários de carga, bem como fatores de adoção do uso da tecnologia.

c) Protocolo de revisão

Santos et al. (2014) propõe a seguinte organização (6 passos) para a terceira etapa da fase, que consiste em elaborar o protocolo a ser adotado na revisão, conforme o Quadro A.1.

Quadro A.1: Passos para protocolo da Revisão Sistemática da Literatura

Passo	Descrição	Finalidade
Passo 1: Definição do problema de pesquisa	Qual a disposição para adesão de veículos autônomos rodoviários de carga no contexto brasileiro?	Obter um panorama geral acerca da aceitabilidade brasileira em implantar veículos autônomos rodoviários de carga
Passo 2: Definição da estratégia de pesquisa	2.1. Base de dados: <i>Web Science e Scopus</i>	Englobar publicações desde o início das discussões acadêmicas até o ano vigente.
	2.2. Período de pesquisa: De 1945 a 2020	
	2.3. Termos de busca: Busca por publicações com os termos: ("cargo" OR "freight" OR "logistic" OR "trucks") AND ("autonomous vehicles" OR "self-driving") AND ("transport*")	Levantar publicações relacionadas ao transporte de cargas e veículos autônomos
Passo 3: Definição de critérios para inclusão e exclusão de trabalhos	3.1. Critérios para inclusão: Artigos científicos com foco combinado nos filtros: Web of Science: Transportation Science Technology, Transportation, Environmental Studies, Environmental Science, Green Sustainable Science Technology e Behavioral Science Scopus: Environmental Science, Social Science, Energy, Autonomous Vehicles, Transportation e Trucks.	Focar nos trabalhos mais relacionados com o problema de pesquisa.
	3.2. Critérios para exclusão: Artigos repetidos ou de natureza distinta, trabalhos que não sejam artigos científicos,	Eliminar trabalhos repetidos e que fujam do tema central do presente trabalho.

	trabalhos sem acesso.	
Passo 4: Seleção dos artigos, levando em consideração os passos 2 e 3.	Artigos científicos voltados para o foco central do problema de pesquisa, abordando fatores de implementação e adesão ao uso de VARC.	Garantir que os critérios e estratégias definidos nos passos 2 e 3 sejam atendidos e o problema de pesquisa seja amplamente abordado.
Passo 5: Análise dos artigos selecionados	Trabalhos com foco nas abordagens definidas nos passos anteriores; análise e resumo dos principais pontos para essa abordagem; elaboração dos principais fatores econômicos, sociais e ambientais de aceitabilidade do uso de VARC no Brasil.	Usar a literatura nacional e internacional a fim de entender os principais fatores que influenciam na viabilidade no uso de VARC no contexto brasileiro.
Passo 6: Apresentação dos resultados	Desenvolvimento de projeto final de graduação.	Expor os principais trabalhos científicos já realizados acerca do uso de VARC, contextualizando o problema e direcionando o entendimento para a metodologia que será aplicada.

A escolha restrita das bases de dados, bem como da aplicação da revisão sistemática, a definição de um único grupo de pesquisa e o horizonte temporal, que contemplasse desde as primeiras pesquisas relacionadas à automação de veículos de transporte até os dias atuais, foram pré-definidos em orientação, muito por já existirem trabalhos da Equipe de Pesquisa GCTNT desenvolvidos nessa linha, e também através de pesquisas e leituras prévias. O grupo para a identificação das publicações foi definido com base em leituras preliminares sobre o tema e visava representar os impactos sofridos por uma das áreas que serão majoritariamente afetadas pela adoção VAs, o transporte rodoviário de cargas em si e seus seguimentos logísticos, econômicos, sociais e ambientais.

Fase 2: Condução da Revisão

A Fase 2 engloba a identificação das pesquisas, a seleção dos estudos, a avaliação da qualidade dos estudos, a extração da informação e a síntese da informação.

a) Identificação das pesquisas

Conforme o Quadro 3.1, a identificação foi feita através do grupo de *strings* utilizados na estratégia de pesquisa em conjunto com os critérios de inclusão e exclusão.

b) Seleção dos estudos

Os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados de maneira rigorosa. A grande quantidade de artigos encontrados inicialmente foi filtrada de maneira bem-sucedida.

Planejou-se contemplar apenas um grupo de palavras, que combinadas aos operadores booleanos retornassem publicações exclusivamente combinadas, e a partir de então fazer uma seleção coerente com tal combinação.

Primeiramente objetivou-se selecionar estudos que contemplassem dois ou mais objetos combinados de pesquisa presentes no tema deste projeto, assim focando nos pontos mais importantes relatados por esses autores. Foram excluídos aqueles que abordavam profundamente assuntos relacionados a veículos autônomos, mas que tinham foco em: logística (que não se aplicasse ao transporte rodoviário); programação (IA, IoT e outras tecnologias convergentes, etc.); e aspectos técnico-evolutivos dos veículos, uma vez que esses assuntos não estão dentro do escopo do projeto.

Ainda foram dispensados estudos com intenso foco no desenvolvimento de modelos ou atributos econômicos, matemáticos ou computacionais; artigos repetidos; trabalhos que não fossem artigos científicos; e obviamente aqueles em que não foi possível o acesso completo.

Assim, dos 16 previamente selecionados, 10 remanesceram de acordo com a proposta. Foram encontrados 2 com abordagens similares à proposta deste projeto, de maneira que apresentavam a combinação completa. A classificação destes e dos demais estudos, portanto se segue como estabelecido na Tabela A.1.

Tabela A.1 – Número de estudos selecionados por tema

Foco do estudo	Resultados
Preferência/Aceitação do uso de Caminhões Autônomos para Transporte/Entrega de Mercadorias	2
Aceitação/Intenção de uso de veículos autônomos.	3
Sistema/Rede de Veículos Autônomos de Transporte	2
Formação de pelotões visando a sustentabilidade do transporte de carga	2
Impactos Energéticos de Veículos Autônomos	1

c) Avaliação da qualidade dos estudos

A avaliação da qualidade dos estudos foi realizada através da leitura rigorosa, contemplando esta proposta:

- i) Entrada de artigos com abordagem profunda sobre o problema de pesquisa proposto frente a pelo menos um dos fatores contribuintes (investimento em PD&I, infraestrutura, política e aceitação).
- ii) Entrada de artigos com abordagem referente aos impactos socioeconômicos/ambientais associados à implantação dos VARC's, não nos aspectos técnicos e tecnológicos dos veículos.
- iii) Saída de artigos que dispunham de conhecimentos atuais, ou seja, publicações que possuíssem somente pré-requisitos ou fundamentos de outros estudos, ou ainda informações obsoletas.

d) Extração da informação

A partir da seleção dos artigos, foi aplicada leitura rigorosa a fim de considerar aqueles que seriam válidos para esta pesquisa (10 publicações). Assim foi feita extração da informação, visando encontrar conhecimentos relevantes para o problema de pesquisa definido.

e) Síntese da informação

Tendo em mãos as informações extraídas, reforçando as principais ideias em comum aos principais artigos de abordagem completa e similar, em conjunto com os demais assuntos mais estudados presentes em todos os trabalhos selecionados, foi possível redigir o relatório que descrevesse sinteticamente o conteúdo da revisão. Tal síntese foi abordada nos tópicos subsequentes deste capítulo.

Fase 3: Relatório e Disseminação

A Fase 3 é a fase final e compreende um relatório propriamente dito com recomendações e o uso das evidências na prática.

a) Relatório e recomendações

O relatório prevê os principais efeitos possíveis consequentes do uso da tecnologia, bem como os de adesão desta e as lacunas de pesquisa e, assim, sugestões e medidas práticas sobre estudos futuros na área podem ser feitas.

b) Uso das evidências na prática

Enquadramento da síntese dos conhecimentos presente no relatório ao contexto brasileiro a partir de parâmetros internacionalmente acordados.

APÊNDICE II: TABELA DE PARÂMETROS ESTATÍSTICOS CALCULADOS

Código Questão		A	D1	D2	D3	D4	E1	E2	E3	E4	S1	S2	S3	F1	F2	F3	F4
Média	Acadêmico	2,29	3,80	4,17	3,78	3,98	3,06	2,92	3,03	3,09	3,45	3,72	3,85	3,40	2,75	2,57	2,68
	Indireto	2,10	3,62	4,18	3,95	4,16	3,34	3,11	3,20	3,21	3,54	3,69	4,07	3,61	3,10	2,80	2,97
	Direto	2,00	3,21	3,86	3,36	3,43	3,29	2,57	2,86	2,86	3,21	3,71	3,43	2,86	1,86	2,21	2,14
Mediana	Acadêmico	2,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	2,00	2,00	3,00
	Indireto	2,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00
	Direto	1,50	3,00	4,00	3,00	4,00	3,00	2,50	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	2,00	2,00	2,00
Desvio Padrão	Acadêmico	1,26	1,00	0,99	1,07	1,01	1,34	1,29	1,21	1,09	1,03	1,01	1,18	1,10	1,29	1,15	1,19
	Indireto	1,16	1,02	0,83	0,86	0,93	1,01	1,11	1,12	1,08	1,22	1,10	0,95	1,10	1,11	1,15	1,26
	Direto	1,18	1,25	1,03	1,39	1,22	1,33	1,16	1,23	1,03	1,12	0,99	1,22	1,23	0,95	0,89	1,35
Assimetria	Acadêmico	0,39	-0,25	-0,94	-0,43	-0,82	0,08	-0,03	-0,06	-0,04	-0,38	-0,73	-0,88	-0,35	0,34	0,60	0,03
	Indireto	0,78	-0,15	-0,90	-0,38	-0,97	-0,25	0,07	-0,11	0,05	-0,58	-0,58	-0,87	-0,55	0,11	0,40	0,22
	Direto	0,66	0,08	-0,67	-0,35	-0,10	-0,38	-0,03	0,31	0,32	0,28	-0,42	-0,69	-0,55	0,95	0,28	1,01
Curtose	Acadêmico	-1,19	-1,07	-0,24	-0,72	0,08	-1,12	-1,03	-0,87	-0,46	-0,12	0,65	0,08	-0,36	-1,00	-0,39	-0,80
	Indireto	-0,38	-0,65	0,48	-0,60	0,13	-0,08	-0,33	-0,43	-0,22	-0,30	-0,13	0,51	-0,21	-0,57	-0,44	-0,80
	Direto	-1,16	-0,75	-0,36	-0,76	-1,67	-0,51	-1,43	-0,15	0,40	-1,31	-0,55	-0,54	-1,34	0,34	-0,33	-0,12
		Conhecimento Prévio	Expectativa de Desempenho				Expectativa de Esforço				Influência Social			Condições Facilitadoras			

APÊNDICE III: PESQUISA DE OPINIÃO

1. Sobre a tecnologia: *

	Sim	Não
Você já ouviu falar em veículos autônomos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Você já ouviu falar em veículos autônomos rodoviários de carga?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. O quanto você conhece sobre veículos autônomos rodoviários de carga? *

	1	2	3	4	5	
Pouco	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Bastante

3. Utilizar um veículo autônomo rodoviário de carga permitiria aos transportadores realizar tarefas mais rapidamente no trabalho? *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

4. Utilizar um veículo autônomo rodoviário de carga aumentaria a produtividade dos transportadores no trabalho? *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

5. Utilizar um veículo autônomo rodoviário de carga aumentaria a qualidade do serviço que os transportadores realizam? * 1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

6. Veículos autônomos rodoviários de carga seriam muito úteis ao trabalho dos transportadores? *

1 2 3 4 5
Discordo totalmente Concordo totalmente

7. Aprender a utilizar os sistemas em um veículo autônomo seria fácil para os transportadores? *

1 2 3 4 5
Discordo totalmente Concordo totalmente

8. Os transportadores teriam liberdade para comandar o sistema de um veículo autônomo rodoviário de carga da maneira que desejassem? *

1 2 3 4 5
Discordo totalmente Concordo totalmente

9. Os transportadores se tornariam facilmente habilidosos no uso do sistema de um veículo autônomo rodoviário de carga? *

1 2 3 4 5
Discordo totalmente Concordo totalmente

10. Os transportadores achariam flexível a interação com o sistema de um veículo autônomo rodoviário de carga? *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

11. Os transportadores utilizariam veículos autônomos rodoviários de carga, caso as pessoas achassem que eles devem usar? *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

12. Os transportadores utilizariam veículos autônomos rodoviários de carga caso as pessoas que são importantes para eles achassem que devem usar? *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

13. Ter um veículo autônomo rodoviário de carga seria um símbolo de status para um transportador? *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

14. Acredita que os transportadores teriam controle sobre o uso do sistema de veículos autônomos rodoviários de carga? *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

15. Na sua opinião, acredita que os transportadores tenham os recursos necessários para usar o sistema de um veículo autônomo rodoviário de carga?

*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

16. Na sua opinião, acredita que os transportadores tenham o conhecimento necessário para usar o sistema de um veículo rodoviário autônomo de carga? *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

17. O sistema de um veículo autônomo é compatível com outros sistemas que os transportadores utilizam? *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

Dados sociodemográficos

18. Gênero *

- Feminino
 Masculino
 Outro:

19. Faixa etária: foi estabelecida a partir de 18 anos devido a idade mínima do condutor estabelecida pelo Código de Trânsito Brasileiro (1989). *

- 18-24 anos
- 25-34 anos
- 35-49 anos
- 50-64 anos
- 65 +

20. Renda Mensal *

- Nenhuma renda
- Até 1 salário mínimo (até R\$ 1.045,00)
- De 1 a 3 salários mínimos (de R\$ 1.045,00 a R\$ 3.135,00)
- De 3 a 6 salários mínimos (de R\$ 3.135,00 a R\$ 6.270,00)
- De 6 a 9 salários mínimos (de R\$ 6.270,00 a R\$ 9.405,00)
- De 9 a 12 salários mínimos (de R\$ 9.405,00 a R\$ 12.540,00)
- Acima de 12 salários mínimos

21. Nível de Escolaridade *

- Fundamental Incompleto
- Fundamental Completo
- Médio Incompleto
- Médio Completo
- Superior Incompleto
- Superior Completo
- Pós-Graduação

22. Jornada de Trabalho Diário *

- Integral
- Meio Período
- Procurando Emprego
- Aposentado
- Não pode trabalhar

23. A qual grupo você pertence? Especifique em caso de outro. *

- Acadêmico (Professor)
- Acadêmico (Aluno)
- Agente Regulador
- Motorista (Caminhoneiro)
- Transportador Autônomo Rodoviário de Carga
- Transportador de Empresa Rodoviária de Carga
- Transportador de Cooperativa Rodoviária de Carga
- Setor Industrial

Outro: _____

24. Qual o Estado do Brasil você reside? *

- Acre (AC)
- Alagoas (AL)
- Amapá (AP)
- Amazonas (AM)
- Bahia (BA)
- Ceará (CE)
- Distrito Federal (DF)
- Espírito Santo (ES)
- Goiás (GO)
- Maranhão (MA)
- Mato Grosso (MT)
- Mato Grosso do Sul (MS)
- Minas Gerais (MG)
- Pará (PA)
- Paraíba (PB)
- Paraná (PR)
- Pernambuco (PE)
- Piauí (PI)
- Rio de Janeiro (RJ)
- Rio Grande do Norte (RN)
- Rio Grande do Sul (RS)
- Rondônia (RO)
- Roraima (RR)
- Santa Catarina (SC)
- São Paulo (SP)
- Sergipe (SE)
- Tocantins (TO)

25. Sugestões ou comentários.

APÊNDICE IV: COMENTÁRIOS DOS PARTICIPANTES

“Assunto polêmico que, independente da questão técnica ou econômica, deve ser discutido dentro da sociedade [...]” – Acadêmico (Professor).

“O Brasil teria que adequar a malha viária para tal, bem como, os fabricantes e os transportadores passarem por adequações.” – Direto (Proprietário de ETC).

“Programa que facilita operações complexas como em lavouras com turnos de 24 hs com isso aumentando a produção e diminuindo possíveis erros devido cansaço humano.” – Direto (TAC).

“Veículos autônomos eu entendo que poderá produzir mais em locais de pouco trânsito, mas entendo que em um período muito próximo vai evoluir os veículos pesados autônomos” – Direto (TAC).

“Vamos automatizar.” – Indireto (Agropecuarista).

“Este setor, tende a crescer muito. A cada ano vemos mais tecnologia embarcada nos veículos mais modernos.” – Indireto (Agropecuarista).

“Implantação urgente.” – Indireto (Produtor).

“Tecnologias à serviço da humanidade.” – Indireto (Produtor).

“A infraestrutura de transporte atualmente não é adequada para o funcionamento de veículos autônomos, bem como a tecnologia ainda é pouco divulgada. Além do mais tem-se o problema da segurança de rede que não é capaz de garantir o funcionamento de um sistema com prontidão para protegê-lo de um ataque de hackers, por exemplo!” – Acadêmico (Aluno).

“Os transportadores de cargas, principalmente autônomos, no momento, encontram-se em dificuldades para renovação da frota. Acredito que a implantação de um veículo autônomo, a princípio não atingiria esse núcleo. As empresas, certamente. Mas, de forma gradual. Antes, é importante um programa de renovação da frota, já desenhado pelo Governo, e de financiamento de dívidas dos autônomos.” – Indireto (Setor Industrial).