



JOÃO PAULO NASCIMENTO DA SILVA

**VEÍCULOS AUTÔNOMOS:
OS FATORES QUE INFLUENCIAM A DIFUSÃO DA
TECNOLOGIA**

LAVRAS – MG

2019

JOÃO PAULO NASCIMENTO DA SILVA

**VEÍCULOS AUTÔNOMOS:
OS FATORES QUE INFLUENCIAM A DIFUSÃO DA
TECNOLOGIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Administração, área de concentração Gestão Estratégica, Marketing e Inovação, para obtenção do título de Mestre.

Orientador

Prof. Dr. Joel Yutaka Sugano

LAVRAS – MG

2019

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Silva, João Paulo Nascimento da.

Veículos Autônomos: Os Fatores que Influenciam a Difusão da
Tecnologia / João Paulo Nascimento da Silva. – Lavras: UFLA,
2019.

156 p.

Orientador(a): Joel Yutaka Sugano.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Veículos Autônomos. 2. Difusão de Tecnologia.
3. Ambiente de Difusão. I. Sugano, Joel Yutaka. III. Título.

JOÃO PAULO NASCIMENTO DA SILVA

**VEÍCULOS AUTÔNOMOS:
OS FATORES QUE INFLUENCIAM A DIFUSÃO DA TECNOLOGIA**

**AUTOMOTIVE VEHICLES:
THE FACTORS THAT INFLUENCE A DIFFUSION OF TECHNOLOGY**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como exigência do Programa de Pós-Graduação em Administração, área de concentração Gestão Estratégica, Marketing e Inovação, para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 19 de fevereiro de 2019.

Prof. Dr. Daniel Carvalho de Rezende
Prof. Dr. Paulo de Oliveira Lima Júnior

Universidade Federal de Lavras
CEFET MG – Campus Nepomuceno.

Prof. Dr. Joel Yutaka Sugano
Orientador

**LAVRAS – MG
2019**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pois sem ele nada seria possível. É Ele que nos dá oportunidade de conquistar sonhos e horizontes, mostrando que nada é impossível.

Agradeço ao PPGA UFLA, por permitir a realização deste sonho. Aos colegas de caminhada do PPGA que fizeram parte dessa jornada, em especial aqueles que, como coautores dos artigos, contribuíram para construção deste projeto.

Aos professores que fizeram parte dessa caminhada e desse progresso, sem seus importantes ensinamentos não haveria desenvolvimento e conquistas.

Agradeço em especial ao Professor Joel Yutaka Sugano, meu orientador, que me desafiou a ir mais longe. E fomos. Ao Professor Paulo de Oliveira Lima Júnior, que prontamente participou e ajudou nesse trabalho.

Agradeço a meus pais, em especial a minha mãe, por sempre acreditar que eu poderia ir mais longe.

Agradeço e dedico este trabalho a minha amada Kerolainne Lucchesi, sem você nada seria alcançado, pois nada teria sentido.

Dize ao Senhor: “Sois meu refúgio e minha cidadela, meu Deus, em que eu confio”.

Salmo 90:2

Só aqueles que desistiram de viver acham que os sonhos são impossíveis.

Masami Kurumada - Hyoga

Si vis pacem, para bellum.

Publius Flavius Vegetius Renatus

“E por não saber que era impossível, ele foi lá e fez”.

Jean Cocteau

RESUMO GERAL

O objetivo deste trabalho foi investigar os fatores que contribuem para a difusão da tecnologia de Veículos Autônomos (VAs). Foi identificado que existe uma evolução temporal das pesquisas sobre VAs, assim como importantes marcos no desenvolvimento da tecnologia e do mercado, e que apontam para um mercado em ascensão, o mercado da mobilidade como serviço. Foi utilizado o modelo de Difusão de Tecnologias proposto por Rogers (1995) para realizar uma conciliação com a literatura de VAs, em que foi possível encontrar os fatores que são discutidos e que influenciam a difusão desta inovação. Dessa forma, apresentou-se a construção de um framework teórico em relação a esta conciliação, onde foi possível compreender o ambiente de difusão em que a tecnologia de VAs está inserida. Como etapa final deste projeto, criou-se um classificador automático de notícias, através de mineração textual, onde realizou-se a aplicação do modelo teórico proposto nas notícias que circulam na web a respeito da tecnologia de VAs. Foi possível identificar um panorama das informações, que mostram o atual estágio da difusão desta tecnologia, e nos deu uma ferramenta para monitorar o desenvolvimento deste mercado em relação a informações posteriores. Dessa forma, esse trabalho contribuiu teoricamente de forma a entender o panorama de desenvolvimento da tecnologia e do mercado de VAs, constituiu com a conciliação teórica do modelo de difusão de tecnologias (ROGERS, 1995) com a literatura existente sobre VAs, e empiricamente contribuiu com a edificação de um classificador automático de notícias sobre a difusão desta tecnologia e apontou os fatores que influenciam a difusão da tecnologia de VAs.

Palavras-chave: Veículos Autônomos, Difusão de Tecnologia, Ambiente de Difusão.

GENERAL ABSTRACT

The objective of this work was to investigate the factors that contribute to the diffusion of the Autonomous Vehicles (AVs) technology. It was identified and described the evolution of research on AV, including important milestones in the development of this technology and its market, which point to a growing body of research. The model of Technology Diffusion proposed by Rogers (1995) was sourced to analyze the AV literature and find the factors that influence its diffusion. A theoretical framework was developed in order to better understand the diffusion environment in which the AVs technology is inserted into. In the final stage of this study, an automatic news classifier tool was created, where the proposed theoretical framework was put to the test against the AVs technology news that circulated on the online media. It was possible to build a perspective of the information, and to identify the current stage of the diffusion of this technology. Summing up, this study contributes theoretically to the understanding of the development of AVs technology and its market under the model of diffusion of technologies through empirical data analysis and the building of an automatic news sorter tool that will allow for the future monitoring of the diffusion of AVs technology.

Keywords: Autonomous Vehicles, Technology Diffusion, Diffusion Environment.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| PRIMEIRA PARTE | 9 |
| 1. INTRODUÇÃO | 9 |
| 1.1 Contextualização da Pesquisa e Motivação..... | 9 |
| 1.2 Questão Problema, Objetivos e Justificativas..... | 11 |
| 1.3 Estrutura do Projeto..... | 13 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 14 |
| 2.1 Veículos Autônomos..... | 14 |
| 2.2 Modelo de Difusão da Tecnologia..... | 21 |
| 2.3 Text Mining..... | 25 |
| 3. SÍNTESE DAS METODOLOGIAS | 28 |
| 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 29 |
| REFERÊNCIAS | 32 |
| | |
| SEGUNDA PARTE | 37 |
| ARTIGO I - From Technology to Market: A Bibliometric and Integrative Review of Autonomous Vehicles | 37 |
| ARTIGO II - Fatores para Difusão da Tecnologia de Veículos Autônomos: Uma conciliação da literatura com o Modelo de Rogers (1995) | 67 |
| ARTIGO III - Fatores para Difusão da Tecnologia de Veículos Autônomos: Uma aproximação por Text Mining | 100 |

PRIMEIRA PARTE

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo aborda a Difusão da Tecnologia de Veículos Autônomos (VAs) para construção de um novo mercado no contexto de mobilidade. Esta seção introdutória é composta pela contextualização e motivação dos temas deste estudo, apresentando a problematização, objetivos e justificativas da pesquisa. Por fim, é apresentada a estrutura deste estudo.

1.1 Contextualização da Pesquisa e Motivação

A diferenciação do mercado que ocorre com a introdução dos VAs, também conhecidos como Veículos Automatizados, Veículos Autodirigidos, ou Sistema Avançado de Assistência ao Motorista (ADAS – Advanced Driver Assistance System), dá ao mesmo um caráter de disrupção (VIEIRA; CARVALHO; SUGANO; PRADO, 2018). Dessa forma, com a tecnologia aplicada na construção dos VAs, é possível uma revolução dos padrões de comércio, serviço e modelos de negócios que estão presentes no mercado.

De acordo com a Sociedade de Engenheiros de Automação (*Society of Automotive Engineers - SAE*, 2018), os VAs são veículos motorizados que executam parte ou toda a tarefa de condução de forma autônoma, através de sistemas de automação da condução. O SAE (2018) fornece uma classificação com definições detalhadas para seis níveis de automação de direção, desde o veículo sem automação (nível 0) até automação de direção total (nível 5).

De acordo com os níveis de automação, para o nível 0 (zero) é considerado o veículo sem nenhuma automação. Os níveis 1 e 2 possuem controle de cruzeiro adaptativo e centralização de pista, com supervisão do motorista. No nível 3, a condução é automatizada em tráfegos de baixa velocidade em autoestradas. No nível 4 e 5 a automação do veículo é completa, diferenciadas apenas pelas permissões de condução. Enquanto no nível 4 (Alta Automação) é permitido a condução dos veículos dentro de vias restritas ou velocidade baixa. No nível 5 (Automação Total) a automação é permitida em qualquer lugar (SAE, 2018). Attias e Mira-Bonnardel (2017) afirmam que os níveis 4 e 5 são considerados como realmente disruptivos.

Nesse sentido, os fabricantes de veículos têm criado recursos de assistência aos motoristas, e que poderiam até mesmo mudar a forma como as viagens são conduzidas (WADUD et al., 2016). Dessa forma, a mobilidade é um fator chave que afeta o bem-estar e a qualidade de vida dos cidadãos influenciando na geografia urbana, definindo o lugar no qual pessoas trabalham e vivem e no modo como as pessoas se deslocam (*EUROPEAN COMMISSION*, 2017; MELIS et al., 2016). Como apontado por Attias (2017), a mobilidade é um importante fato da organização social e pode modificar profundamente as atitudes da sociedade moderna em relação ao tempo, ao espaço e às relações interpessoais.

Do lado da indústria, vale mencionar que os VAs vêm recebendo muita atenção da mídia e geram muita expectativa no mercado (GARTNER, 2015). Segundo Wadud (2017), todos os principais fabricantes de automóveis convencionais são conhecidos por terem um programa de automação de veículos. Esta visão apontada pelo autor corrobora com o pensamento de que, novos mercados e, consecutivamente, novas formas de se chegar aos consumidores devem ser pensadas, construindo novos e diferentes negócios para o mercado de VAs e de mobilidade urbana.

Todas essas atividades geraram um forte interesse entre pesquisadores e profissionais de transporte sobre os potenciais impactos da automação de veículos nos sistemas de transportes, na mobilidade como um todo e na sociedade. Attias (2017) aponta que há muitos obstáculos que ainda precisam ser consideradas para disseminação dos VAs, como questões sociais, jurídicas e financeiras.

Segundo Litman (2018), a tecnologia de VAs está atualmente em fase de desenvolvimento, testes e aprovação, sendo necessários ainda muitos anos antes de estarem comercialmente disponíveis para adoção. Mesmo distante do momento de adoção, e tendo a difusão como o “o processo pelo qual uma inovação é comunicada através de certos canais ao longo do tempo entre os membros de um sistema social” (ROGERS, 1995, p. 5), é importante conhecer os fatores que contribuem para o ambiente de difusão da tecnologia.

Gartner (2017), aponta quatro áreas principais que impulsionarão o desenvolvimento do mercado de VAs: os Regulamentos, que já estão acontecendo, mas em fase inicial; os Custos Iniciais da tecnologia, que serão caros mas tendem a baixar com o aumento da demanda; a Disponibilidade da Tecnologia, que está relacionada com a conectividade e inteligência artificial para algoritmos de previsão e tomada de decisão, e que estão evoluindo em várias áreas diferentes; e a Aceitação do Cliente e da Sociedade, que depende de educar os consumidores, estabelecer confiança e construir aceitação da tecnologia.

Nesse sentido, é importante frisar o impacto que a construção dessa tecnologia ocasiona no mundo dos negócios e na sociedade. Vieira et al. (2018) aponta que o fenômeno social em torno da constituição dos novos mercados requer um maior entendimento quanto as pesquisas sobre a adoção e difusão da tecnologia. Os autores apresentam que há uma barreira social que precisa ser transposta para que uma tecnologia possa iniciar o efeito de rede e, consecutivamente, possa alcançar a adoção em massa.

Dessa forma, é possível se questionar quanto ao processo de difusão dos VAs, conforme modelo de adoção proposto por Rogers (1995). Para tanto, de forma que a difusão da tecnologia é a comunicação da mesma para que ocorra sua adoção em massa, busca-se compreender as forças que permeiam a aceitação desta tecnologia. O autor apresenta em seu modelo os fatores que contribuem de modo a determinar a taxa de adoção de tecnologia para indivíduos e grupos sociais (ROGERS, 1995). Visando preencher esta lacuna, esta pesquisa propõe compreender os fatores que influenciam na difusão desta tecnologia.

De forma a compreender como pode ocorrer a chegada do mercado de VAs, este estudo busca compreender o fenômeno de difusão da tecnologia dos VAs. Para tanto, esta pesquisa se propõe a realizar um mapeamento das pesquisas relativas aos VAs e apontar os fatores que influenciam sua difusão no mercado.

1.2 Questão Problema, Objetivos e Justificativas

Conforme apresentado, a tecnologia dos VAs é uma importante ferramenta na construção de um novo desenho da mobilidade urbana, sendo importante estudar os fatores que determinam a aceitação deste fenômeno de mudança social. Nesse sentido, de forma a entender a adoção de tecnologia e os fatores consistentes da difusão desta tecnologia e que predizem a decisão das pessoas em adotar uma tecnologia específica (VIEIRA et al., 2018), é necessário compreender as características que podem facilitar a difusão da nova tecnologia de VAs no contexto social.

Com relação a tais considerações, a seguinte questão emerge para deste trabalho:

- **Quais fatores que influenciam a difusão da tecnologia dos Veículos Autônomos?**

Com base nesse questionamento, o objetivo geral deste estudo é:

- **Identificar os fatores que influenciam a difusão da tecnologia dos Veículos Autônomos.**

Para atingir este objetivo, este projeto de pesquisa se subdivide nos seguintes objetivos específicos:

1. Identificar o panorama sobre a literatura de VAs dentro do ambiente de mobilidade terrestre, de modo a compreender como a mesma trata a constituição deste mercado.
2. Desenvolver uma conciliação entre o Modelo de Difusão de Tecnologia de Rogers (1995) e a literatura sobre VAs para apontar os fatores que influenciam sua difusão.
3. Traçar um panorama acerca das notícias que circulam na *web*, de forma a compreender quais fatores influenciam a difusão da tecnologia de VAs.

Para responder o problema de pesquisa, este estudo fez uso de três artigos, cada um respondendo a um dos objetivos específicos. Este estudo fez uso de revisões bibliográficas, com intuito de melhor entender a pluridisciplinaridade do campo de pesquisa de VAs. Foi iniciado com uma revisão para melhor entender a pesquisas sobre VAs dentro do campo de mobilidade na literatura internacional. Em segundo lugar, buscou-se aprofundar sobre como a literatura trata a difusão da tecnologia de VAs e aplicar o Modelo de Difusão da Inovação (ROGERS, 1995) na literatura encontrada. Por fim, este trabalho aplicou o Modelo de Difusão da Inovação (ROGERS, 1995) em notícias presentes na rede mundial de computadores por meio da técnica de mineração textual (*text mining*), com vista a explorar os fatores mais importantes e contribuir para entender como poderá ocorrer a difusão dos VAs.

Com base na discussão de Attias (2017), que defende a chegada disruptiva ocasionada pela tecnologia dos VAs, e em corroboração com o pensamento de Viera et al. (2018), onde é necessário se transpor a barreira social para que ocorra o efeito em rede e consequente adoção em massa de uma tecnologia, este trabalho se justifica teoricamente por aplicar o modelo de difusão de tecnologias na literatura de VAs. Compreendendo que existe uma lacuna temporal entre a criação da tecnologia e sua chega ao mercado, este estudo se justifica de forma gerencial e social por apontar os fatores que podem contribuir para ultrapassar o ponto crítico de adoção aproximando estes dois pontos e construir um efeito em rede para a difusão da tecnologia.

Para tanto, como até o momento não foram identificados estudos que apontem a relação entre a tecnologia de VAs e sua difusão, esta pesquisa se torna importante, visto que a construção do mercado de VAs é baseado em uma tecnologia inovadora e disruptiva e que sofre influência de componentes sociais para seu advento ao mercado. Estes fatores,

que podem ser influenciadores da difusão, precisam ser apontados e estudados, de modo a conceber gatilhos do efeito em rede para difusão da tecnologia no novo mercado.

Quanto ao escopo de pesquisa, esse trabalho busca compreender a difusão da tecnologia inovadoras dos VAs dentro do âmbito acadêmico e seus fatores que podem servir como barreiras sociais ou influenciadores dessa difusão no mercado. Dentro do escopo de pesquisa sobre VAs, são considerados os VAs nos níveis 4 e 5 de automação, tanto veículos particulares quanto comerciais, sejam para utilização da Mobilidade como um Serviço (*Mobility as a Service* – MaaS), quanto para transporte de carga e mercadorias, pois a difusão dessa tecnologia tem potencial para impactar toda a transformação do mercado.

1.3 Estrutura do Projeto

Este projeto segue a estrutura de dissertação escrita em forma de artigos científicos, fornecida no “Manual de normas e estrutura de trabalhos acadêmicos” (2016) da Universidade Federal de Lavras. Neste sentido, este documento é composto pela Introdução, Referencial Teórico, Apresentação dos Artigos e as Considerações Finais da pesquisa.

Na Introdução são apresentadas a Contextualização e Motivação da pesquisa, com base a trazer uma breve reflexão sobre a importância dos estudos sobre VAs. A subseção de Questão Problema, Objetivos e Justificativas apresenta a questão norteadora deste estudo, assim como seu objetivo geral e específicos, que visam nortear a construção dos três artigos que farão parte deste estudo. Por fim, esta seção de Estrutura do Projeto visa apresentar a construção deste estudo para sua melhor apresentação.

O Referencial Teórico é composto pelos temas de Veículos Autônomos, assim como os conceitos de Difusão de Tecnologia, que são necessários para compreensão da temática proposta desse trabalho, e *Text Mining*, como técnica de análise de dados necessária para o desenvolvimento deste estudo.

Nas seções seguintes são apresentados, em separado, a construção de cada um dos artigos desse projeto, fazendo uso de revisões de literatura, nos artigos 1 e 2, e mineração textual para construção do artigo 3. Ao final de cada artigo são apresentadas suas respectivas considerações finais, respondendo aos objetivos específicos deste projeto.

Por fim, é apresentado uma Conclusão em relação à condução do conjunto de artigos, considerando uma análise das contribuições alcançadas por este projeto. Na última seção são apresentadas as Referências Bibliográficas utilizadas nesta dissertação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este tópico visa apresentar a fundamentação teórica para construção deste projeto, de forma a fornecer as bases conceituais para compreensão do problema desta pesquisa, assim como dos objetivos geral e específicos. Dessa forma, busca-se apresentar aqui um aprofundamento das temáticas aqui estudadas, e apresentar as principais teorias e modelos que constituem o escopo deste estudo.

2.1 Veículos Autônomos

O homem sempre foi considerado um elemento essencial na operação de um veículo automotor e, consecutivamente, do desenvolvimento da mobilidade como um todo (ROBERTSON; MEISTER; VANLAAR; HING, 2017). Nas últimas duas décadas os fabricantes de veículos vêm criando novos recursos cada vez mais sofisticados que fornecem mais assistência aos motoristas, no intuito de ajudar a minimizar os erros cometidos na condução de um veículo automotor (ROBERTSON et al., 2017).

Nesse sentido, a automação completa poderia trazer benefícios para veículos de passeio, mas também para veículos comerciais, como no caso de setores de frete e logística, onde já existe alguma experimentação com tecnologias avançadas, como a entrega por drones pela Amazon® (WADUD, 2017). Segundo a *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA, 2013), os VAs prometem uma revolução na forma como a mobilidade é pensada.

Os VAs são veículos totalmente automatizados, que não exigem nenhum tipo de controle do condutor humano (SAE, 2018), com capacidade de transporte de pessoas ou bens e podem ser considerados uma mudança potencialmente destrutiva ao atual modelo de negócios de transporte (MUTZ et al., 2016; ATTIAS, 2017; SCHELLEKENS, 2015; SCHREURS; STEUWER, 2015). De acordo com a classificação da SAE (2018), os VAs têm seis níveis detalhados de automação de direção, desde os veículos sem nenhum tipo de automação (nível 0) até automação total da direção (nível 5).



















Conforme detalhado por Wadud e Anable (2016), o nível 0 (zero) de automação exige desempenho a tempo inteiro do condutor humano em todos os aspectos da tarefa de condução, mesmo quando melhorado por sistemas de aviso ou intervenção. Os níveis 1 e 2 possuem controle de cruzeiro adaptativo e centralização de pista, com supervisão do motorista (AUTO ALLIANCE, 2017). No nível 1 de automação, há execução específica

do modo de condução por um sistema de assistência ao condutor de direção ou aceleração/desaceleração usando informações sobre o ambiente de direção e com a expectativa de que o motorista humano execute todos os aspectos restantes da tarefa de direção (WADUD; ANABLE, 2016).

Para o nível 2, o modo de condução utiliza um ou mais sistemas de assistência ao condutor, tanto de direção, aceleração ou desaceleração, usando informações do ambiente de direção e com a expectativa de que o motorista humano execute todos os aspectos restantes da tarefa de direção (WADUD; ANABLE, 2016). No nível 3 ocorre o desempenho específico do modo de condução automatizado de todas as tarefas de condução, mas com a expectativa de que o motorista responda adequadamente a um pedido de intervenção (WADUD; ANABLE, 2016). Este nível já é encontrado no mercado onde a condução é automatizada em tráfegos de baixa velocidade em autoestradas (AUTO ALLIANCE, 2017).

No nível 4 o sistema desempenha o modo de condução automatizado de todos os aspectos da condução, mesmo se um condutor humano não responder adequadamente a um pedido de intervenção (WADUD; ANABLE, 2016), porém, neste nível o veículo só pode trafegar em regiões monitoradas restritas ou velocidade baixa (AUTO ALLIANCE, 2017). No nível 5 (automação total), ocorre o desempenho em tempo integral do sistema de condução automatizado em todos os aspectos da direção, sob todas as condições de pista e ambientais que podem ser gerenciadas por um motorista humano (WADUD; ANABLE, 2016). A Figura 1 detalha os níveis de automação com base no modelo da SAE (2016) e das descrições de Wadud e Anable (2016).

Figura 1 – Níveis de Automação de Veículos

| | SAE Level (Linha do Tempo) | Nome | Direção, aceleração, desaceleração | Monitorando o Ambiente de Condução | Desempenho de fallback da tarefa de condução dinâmica | Capacidade do sistema (modos de condução) |
|---|-------------------------------|--------------------------|---|---|---|---|
| Conductor humano monitora o ambiente de direção | 0 (Existente) | Sem automação |  |  |  | Não há |
| | 1 (Existente) | Assistência ao motorista |  |  |  | Alguns modos de condução |
| | 2 (Existente) | Automação parcial |  |  |  | Alguns modos de condução |
| Sistema de Direção Autônoma monitora a condução | 3 (existente) | Automação condicional |  |  |  | Alguns modos de condução |
| | 4 (2025) | Alta automação |  |  |  | Alguns modos de condução |
| | 5 (2025) | Automação completa |  |  |  | Todos os modos de condução |

Fonte: Adaptado de Wadud e Anable (2016) e SAE (2016).

É importante ressaltar que os níveis de automação apresentados pela SAE (2016) têm por função descrever os níveis de recursos de automação de direção equipados em veículos a motor e informar sobre suas possibilidades de utilização. Tais descrições não são apresentadas como normas técnicas ou legais.

Nesse sentido, é importante realçar que a indústria automotiva passa por mudanças radicais em busca de se posicionar corretamente ao novo modelo que está sendo estudado e desenvolvido (ATTIAS; MIRA-BONNARDEL, 2017). Esta ruptura proporcionada pelos VAs possui potencial para alterar os padrões de modelos de negócios como a conhecemos, tanto na concepção dos veículos como posse de um produto, como para a oferta da mobilidade como um serviço (MaaS). Esse tem se tornado um fenômeno expressivo entre acadêmicos e profissionais, a transição, ou construção, desse novo mercado.

Diante da chegada dos VAs ao mercado, espera-se que os veículos possam oferecer maior conforto (MEYER et al., 2017; BOESCH; CIARI; AXHAUSEN, 2016; BROWN; GONDER; REPAC, 2014), preços mais baixos (MEYER et al., 2017;

BOESCH; CIARI; AXHAUSEN, 2016), viagens mais seguras (FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; KOCKELMAN et al., 2016; LITMAN, 2015), afetar também o uso de energia e as emissões de carbono (WADUD; ANABLE, 2016), de forma que sejam mais sustentáveis em relação ao uso de combustíveis (BROWN; GONDER; REPAC, 2014), desencadear uma redução substancial da frota total de veículos (BOESCH et al., 2016), conseqüentemente reduzindo congestionamentos (FAGNANT; KOCKELMAN, 2014), e aumentando a capacidade das estradas para novos grupos adicionais de usuários e mudanças multimodais de transporte (MEYER et al., 2017).

Outra consideração importante está nos estudos de Fagnant e Kockelman (2015) e Lutin, Kornhauser e Lerner-Lam (2013), os quais apontam que os VAs permitirão que crianças, idosos, adultos sem carteira de habilitação e pessoas com necessidades especiais ou excepcionais que não possam conduzir tenham a possibilidade de viajar sozinhos, considerando que no momento estes são impossibilitados.

Segundo Krueger et al. (2016), os VAs vão mudar a forma como possuímos ou compartilhamos veículos. Johnson (2015), por sua vez, reforça que os VAs podem fornecer uma porta de entrada para a experiência de viagem individual sem encargos financeiros devido a não propriedade dos veículos compartilhados. Além disso, segundo Meyer, Becker, Boesch e Axhausen (2017), os VAs permitem que os passageiros realizem atividades durante viagem, o que, em termos de conforto, torna as viagens superiores às formas atuais de veículos próprios ou de transporte público.

Assim como estes estudos apontam para fatores que influenciam a difusão da tecnologia dos VAs, em contrapartida, há também pesquisas que expõem pontos negativos em relação a chegada dessa tecnologia e que funcionam como possíveis barreiras a sua difusão. Wadud (2017) aponta para um potencial desemprego de motoristas comerciais em grande escala quando a tecnologia se tornar difundida. Outro ponto relevante apontado pelo autor, seria o de dar o controle do veículo para um computador e aceitar a condução sem motorista proporcionada pela tecnologia (WADUD, 2017).

Fagnant e Kockelman (2015) afirmam que, possivelmente, os padrões de tráfego e outras infraestruturas rodoviárias sejam afetados negativamente, devido ao aumento de viagens e a possibilidade de viagens para veículos vazios, incorrendo em maiores congestionamentos. Os autores sinalizam também para os custos iniciais da tecnologia dos VAs, provavelmente inacessíveis para a maioria dos usuários.

Outro critério discutido também por Fragnant e Kockelman (2015), a fragmentação das legislações em relação a eminente chegada da tecnologia dos VAs, que carecem de determinações amplas em relação as obrigações das empresas. Como exemplo, os autores citam a distribuição de responsabilidades no trânsito permanecem indefinidos em relação aos VAs, o que pode criar incertezas para adotantes da tecnologia em casos de falha.

Smith (2013) argumenta em relação ao possível aumento de viagens, o que pode acarretar uma significativa diminuição das emissões de gases do efeito estufa em relação aos veículos tradicionais, porém, com o aumento do número de viagens, as emissões totais podem crescer. É possível compreender que a construção da tecnologia dos VAs é muito discutida, porém ainda há critérios de discordância entre seus benefícios e malefícios para o trânsito e a sociedade como um todo.

Desta forma, como um fenômeno em grandes proporções de discussão, os VAs estão atualmente no auge do ciclo de tecnologia de Gartner (GARTNER, 2015), que é um relatório que aponta as tecnologias emergentes do mercado, indicando uma intensa atenção da mídia e expectativa do público. Com a demonstração do carro autodirigido da Google em 2012, hoje como Waymo®, empresa criada pela Google® para desenvolvimento da tecnologia de automação de veículos (WAYMO, 2018), a questão não é mais sobre "se", mas sobre "quando" eles vão estar disponíveis no mercado (ATTIAS, 2017; WADUD, 2017).

A recente experimentação de VAs em autoestradas é um indicativo da atenção dada pela mídia a evolução desta tecnologia. Esta experimentação também inclui caminhões, como o caso do SARTRE (*Safe Road Trains for the Environment*) na Europa, que utiliza caminhões em seus testes ao invés de veículos (WADUD, 2017). Outro exemplo, os veículos para transporte autônomos de cargas da OTTO® (OTTO MOTORS, 2018), empresa pertencente a Uber®, e os caminhões de entregas da Tesla® (TESLA, 2018), em uma forte tendência em relação as atividades comerciais, facilitando decisões e ações logísticas (GREWAL; ROGGEVEEN; NORDFALT, 2017). Nesse sentido Wadud (2017), mostra que as operações comerciais claramente se beneficiam mais com a automação porque o custo com motorista pode ser reduzido substancialmente por meio da automação.

Desta maneira, se todos esses pressupostos vierem a se concretizar, VAs não só irão revolucionar o transporte, mas dramaticamente mudar a forma de mobilidade urbana (MEYER et al., 2017). Schoitsch (2016) aponta para a mudança histórica proporcionada

pelos VAs, com potencial para alteração da indústria, sociedade, economia e sistema de transporte e mobilidade.

Johnson e Mena (2008) apontam que os fabricantes estão buscando combinar produtos e serviços, com intuito de proporcionar maior valor ao cliente e facilitar a criação de negócios mais lucrativos. Conforme indicado por Fournier (2017), as soluções de valor proporcionadas pela mobilidade terão um impacto profundo no futuro, uma vez que os novos veículos e serviços irão reformular a cadeia de valor, desafiando os modelos tradicionais.

Há muitos fatores capazes de afetar as decisões de compra de veículos, onde Karlsson, Sochor e Strömberg (2016) apontam vários tipos de intervenções que foram implementadas para encorajar indivíduos a mudar seu comportamento de viagem, como mirar em fatores psicológicos, ou tentar motivar pessoas por meio de recompensas e punições. Lane e Potter (2007) dividiram esses fatores de influência em dois grupos: situacional e psicológico.

Para os autores, os fatores situacionais são mais objetivos e incluem a economia de veículos, o ambiente regulatório, o desempenho, a adequação de veículos e a infraestrutura existente, enquanto que os fatores psicológicos são mais difíceis de quantificar e podem incluir atitude, estilo de vida, personalidade e autoimagem para realização das compras. Segundo os autores, embora as compras de negócios (frota, caminhões de carga) enfatizem mais os fatores situacionais, os fatores psicológicos como percepção de risco, cultura corporativa e imagem tem um papel a desempenhar nos casos da escolha social de compra ou uso dos meios (LANE; POTTER, 2007).

Ainda que o desenvolvimento de questões técnicas tenha seu lugar para consolidação da tecnologia, os aspectos não técnicos devem ser destacados como as possíveis implicações sociais do avanço desta tecnologia (SCHREURS; STEUWER; 2015). Segundo Gandia et al. (2017, p. 2), considerando a rápida e constante mudança que ocorre na indústria e a inserção dos atores com poder para moldar a indústria automotiva, “ainda há uma série de barreiras legais, éticas, sociais, ambientais e de mercado a serem superadas”. De acordo com o pensamento de Attias (2017), a indústria entrou em uma nova era de negócios, onde a criação de valor depende inteiramente das relações dinâmicas em um ecossistema aberto de inovação (ATTIAS, 2017).

Nesse entendimento, o momento, escala e direção dos impactos dos VAs são incertos (GUERRA, 2016), de forma que, segundo Gandia et al. (2017), os VAs podem mudar o futuro da mobilidade urbana, e essa transformação afetará não apenas os meios de transporte, mas a sociedade como um todo. Para tanto, é reconhecido o importante

papel que a indústria de VA desempenha na construção e transformação da mobilidade em diferentes cenários, o que acarreta em uma disrupção com impacto no mercado de mobilidade como um todo (GANDIA et al., 2017).

A partir desse entendimento, a disrupção do padrão atual de mercado abre oportunidade para construção de novos modelos de negócios para os VAs. Conforme apontado por Bergman, Schwanen e Sovacool (2017), outras importantes inovações acontecem no âmbito social e institucional, relacionando-se com as mudanças da concepção de produto para serviço. Os autores apresentam que, na atribuição da tecnologia como um serviço, ficam várias formas de compartilhamento de carros, podendo ser compartilhados por meio de veículos fornecidos por uma empresa com fins lucrativos ou por uma organização sem fins lucrativos. Partindo dessa concepção para adoção da nova tecnologia e modelo de negócios, é pressuposto dos autores que “com muitas inovações potenciais e mudanças culturais, as visões sobre o futuro da mobilidade pessoal dependem muito de pressupostos normativos sobre a escolha modal” (BERGMAN; SCHWANEN; SOVACOOOL, 2017, p. 165).

Ainda segundo Bergman, Schwanen e Sovacool (2017), em seu estudo sobre as visões futuras para construção da mobilidade pessoal e dos comportamentos dos diferentes atores deste fenômeno, os autores apontam para a literatura sobre a difusão da inovação inspirada em Rogers (1995), onde sugerem quadros de segmentos de usuários da inovação, porém não abordam adequadamente a relação de complexidade existente nas escolhas dos adotantes das inovações.

Quanto à difusão da tecnologia, Schoitsch (2016) aponta que muitos países já se interessaram pelos benefícios da automação de veículos e os Estados Unidos foram o primeiro país a apresentar legislações permitindo testes de VAs. Lima (2015) e Guizzo (2011) apontam para os avanços dentro da academia, em centros de pesquisa e universidades de todo o mundo para o desenvolvimento e entendimento dos efeitos da tecnologia dos VAs, desenvolvendo pesquisas sobre a mobilidade proporcionada pela tecnologia, sobre a interação veículo-infra-estrutura e gestão, e sobre as questões relacionadas a modelos de negócios para consolidação de VAs no mercado, de modo a criar e gerar o efeito de rede em relação a esforços de promoção da tecnologia. É o que será visto em detalhes na próxima seção.

2.2 Modelo de Difusão da Tecnologia

Enoch (2015) discute a ocorrência de um ciclo tecnológico, apresentando a ideia de Dokko, Nigam e Rosenkopf (2012), onde os padrões tecnológicos se caracterizam por períodos de múltiplos avanços incrementais e equilíbrio social que são quebrados pelas inovações tecnológicas raras e imprevisíveis, ou seja, radicais. Nesse sentido, Enoch (2015) apresenta um modelo de adoção da tecnologia dos VAs que consiste na condução da estrutura atual de trânsito passando para um recuo dos modelos tradicionais, até que sejam eclipsados por modelos intermediários e, em uma última etapa onde a convergência modal seria acelerada devido à chegada da tecnologia dos VAs. Apesar do modelo apontar para uma evolução da tecnologia, o autor não caracterizou a etapa de “equilíbrio social” proposta por Dokko, Nigam e Rosenkopf (2012), que aqui entendemos como a etapa consistente com a difusão e aceitação dessa tecnologia proposto por Rogers (2003).

Para Filho, Goulart e Caprino (2007), para que ocorra o processo de socialização das inovações, é necessário que a difusão ocorra sob efeitos sociais da comunicação de massa da inovação. Em consonância, Vieira et al. (2018) apontam para a barreira social que precisa ser quebrada para que ocorra a difusão da inovação.

Nesse sentido, para Rogers (2003), a inovação traz o sentido de uma ideia, prática ou objeto percebido como novo em relação aos atuais modelos disponíveis no mercado e que deve ser comunicada por meios massivos até chegar aos meios interpessoais para que ocorra a decisão de inovação.

Apesar de ser uma literatura de 1995, o *Institute for Scientific Information* considerou a obra como “Citação Clássica” (ROGERS, 2003), o que denota a relevância do modelo para consideração da difusão de tecnologia e para a construção do mercado de VAs. Segundo o autor, as áreas de Marketing e Administração representam 16% das pesquisas relacionadas à Difusão de Inovações, enquanto que Comunicação representa 15%, o que demonstra a importância dessa teoria e sua assertividade na aplicação da tecnologia de VAs. Considerando a grande relevância dessa obra, é possível tê-la como referência para avaliar como se adequariam os estudos de difusão de tecnologias, tendo em vista o contexto da comunicação e da sociedade atual (FILHO; GOULART; CAPRINO, 2007).

Wadud (2017) aponta para a importância da satisfação dos adotantes iniciais da inovação tecnológica dos VAs, sendo um fator importante para a posterior difusão da mesma no mercado de massa. Para o autor, é importante conhecer sobre os potenciais primeiros adotantes da tecnologia de veículos totalmente autônomos, especialmente em

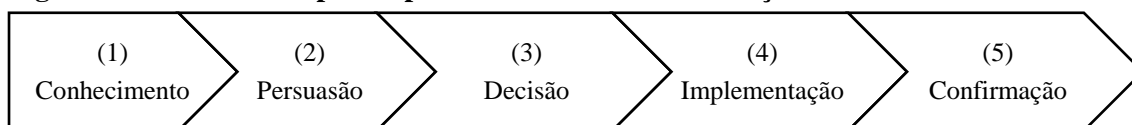
relação aos veículos pessoais e comerciais, de forma a apontar suas características e entender seu processo adoção.

Segundo Rogers (1995), a satisfação dos primeiros adotantes afeta substancialmente a forma da curva de absorção de qualquer nova tecnologia, e sua comunicação é crucial para o sucesso posterior na adoção em massa. Segundo Filho, Goulart e Caprino (2007), o estudo de Rogers (2003) aponta para o impacto que a difusão das inovações gera dentro de grupos sociais em indivíduos para que aceitem ou rejeitem a inovação.

Nesse entendimento, Rogers (1995) diferencia o processo de adoção do processo de difusão. Para o autor, difusão é tida como o processo em que os fatores que motivam a adoção da inovação são comunicados dentro de um sistema social com o intuito de promover novas ideias e/ou tecnologias e aumentar a taxa de aceitação social de uma tecnologia. Já o processo de difusão, segundo Rogers (1995), é a adoção em massa de uma determinada tecnologia e ocorre dentro da sociedade, na forma de um processo grupal, enquanto que o processo da adoção pertence à unidade individual, podendo ser a tomada de decisão por um indivíduo ou por uma unidade tomadora de decisão, como uma organização. Nesse sentido, a difusão como comunicação da tecnologia, deve ocorrer para convencer a massa de usuários a adotar a tecnologia.

A Figura 2 descreve o processo de decisão de adoção da inovação como sendo um processo em que o indivíduo ou outra unidade de tomada de decisão passa pelas etapas de: (1) conhecimento da inovação, (2) formação de atitude favorável a inovação, (3) decisão de adotar ou rejeitar a inovação, (4) à implementação da nova ideia, e (5) à confirmação da decisão. Segundo o autor, este processo segue uma série de ações e escolhas para avaliação e decisão de adoção da inovação (ROGERS, 1995).

Figura 2 - Modelo de etapas no processo de decisão de inovação.



Fonte: Rogers (1995).

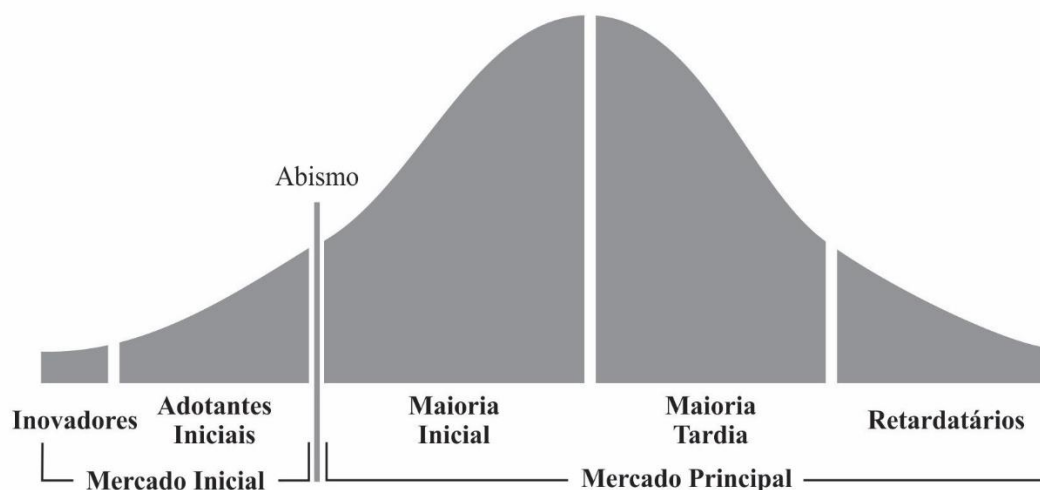
Rogers (1995) aponta que, para que aja a adoção da inovação, e no caso deste estudo, adoção da tecnologia dos VAs, é necessário entender a aceitação da tecnologia por parte dos usuários, de forma que se construam os elementos para tal adoção. Segundo o autor, todas as inovações passam por um processo de decisão da inovação, que pode partir do indivíduo ou de uma unidade de tomada de decisão, onde as decisões passam pelo conhecimento de uma

inovação, pela formação de uma atitude em direção à inovação, passam pela decisão de adotar ou rejeitar, pela implementação da nova ideia e pela confirmação desta decisão.

Rogers (1995) levanta considerações quanto aos adotantes de uma inovação enquanto processo de difusão. O autor aponta que os Inovadores possuem uma obsessão pela tecnologia e pela experimentação da nova ideia, tendo o importante papel de lançar a ideia no sistema social; os Adotantes Iniciais tem o maior grau de liderança de opinião na maioria dos sistemas sociais, pois são considerados modelos sociais de uso da tecnologia; a Maioria Inicial pode deliberar por algum tempo antes de adotar completamente uma nova ideia e são importantes para reconhecer o crescimento do mercado; a Maioria Tardia pode adotar a tecnologia por necessidade econômica ou por resposta social, sendo que estes não adotam a nova tecnologia até que a maioria dos outros em seu sistema social o tenha feito; por último, os Retardatários são os últimos adotantes da inovação, tendo uma resistência a novos produtos (ROGERS, 1995; MOORE, 2001).

Moore (2001) propõe o conceito de abismo, que é a passagem dos adotantes iniciais ao mercado principal, como um ponto crítico para difusão no mercado. Conforme Figura 3 é possível ver a disposição proposta para os adotantes da inovação.

Figura 3 – Curva de Adoção de Tecnologia



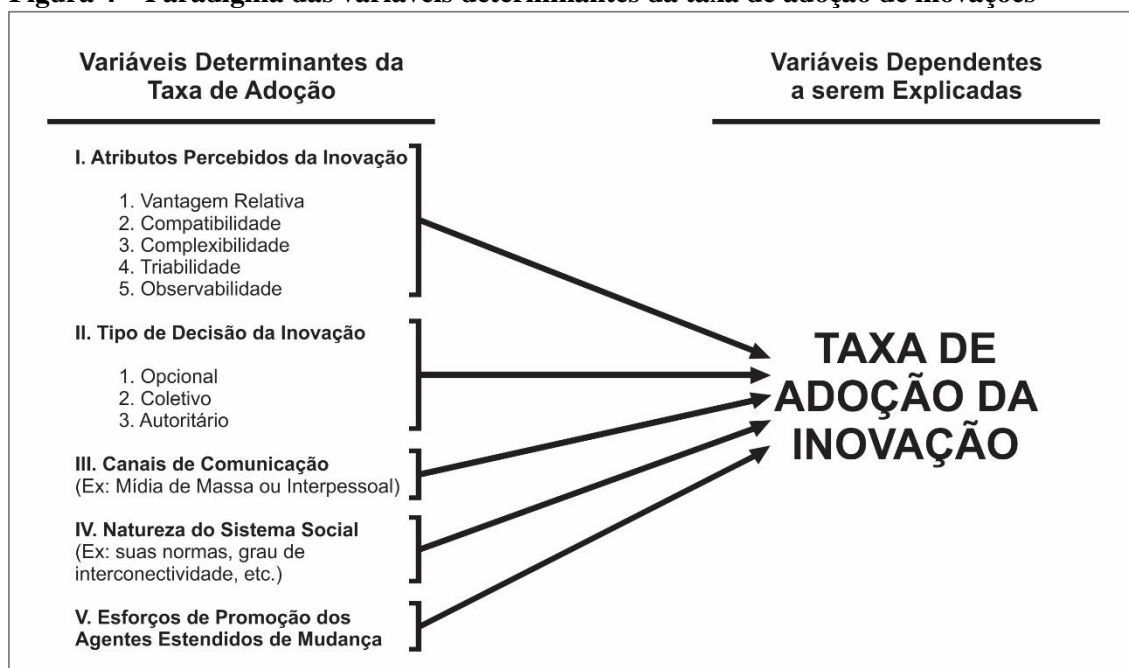
Fonte: Adaptado de Rogers (1995) e Moore (2001).

Nesse sentido, como a adoção vai partir de um momento de escolha do indivíduo pela aceitação da tecnologia, Rogers (1995) aponta para o modelo de difusão da tecnologia que, conforme Figura 3, é uma ferramenta para compreensão dos elementos, fatores e/ou características que proporcionam a motivação para sua adoção. Rogers (1995) aponta que “a difusão é o processo pelo qual uma inovação é comunicada através de certos canais ao longo do tempo entre os membros de um sistema social” (ROGERS, 1995, p. 5), dessa

forma, esse processo pode começar antes mesmo da existência da tecnologia no mercado, enquanto que a adoção só pode acontecer com a existência comercial da tecnologia.

Para ultrapassar essas etapas do processo de adoção da tecnologia, Rogers (1995) apresenta o modelo da difusão da inovação, Figura 4, que aponta as características das inovações que afetam sua taxa de adoção em massa da tecnologia no mercado. Para Rogers (1995), é por meio dessas características que se pode conhecer a velocidade relativa com a qual uma inovação é adotada por membros de um sistema social e que constitui a difusão da tecnologia.

Figura 4 – Paradigma das variáveis determinantes da taxa de adoção de inovações



Fonte: Rogers (1995)

A Figura 4 aponta para as variáveis que, segundo Rogers (1995), determinam a taxa de adoção de inovações, fenômeno aqui estudado para entender a difusão dos VAs no contexto da mobilidade. Dessa forma, Rogers (1995) aponta para a Percepção dos Atributos da Inovação, onde são discutidas as Vantagens Relativas em relação a difusão da tecnologia, comparada com as atuais utilizadas no mercado. A Compatibilidade, segundo o autor, é onde a inovação é percebida como consistente com os valores existentes, experiências passadas e necessidades de possíveis adotantes. A Complexidade de uso da mesma, que é entendida pelo autor como o grau em que uma inovação é percebida como relativamente difícil de entender e usar. Para Rogers (1995), a “Triabilidade” significa como a inovação pode ser experimentada, visto que as inovações que podem ser

experimentadas geralmente serão adotadas mais rapidamente, e a “Observabilidade” onde o grau em que os resultados de uma inovação são visíveis para os outros.

Na análise de Rogers (1995), são considerados ainda o Tipo de Decisão da Inovação, se a mesma é Opcional, Coletiva ou Autoritária (como forma mudança legal ou decisão organizacional), a influência dos Canais de Comunicação na adoção da inovação, a Natureza do Sistema Social, se mais ou menos propensa a inovação, e a Extensão dos Esforços de Promoção dos Agente de Mudança, onde é a força de influência dos agentes promotores de mudança a favor da difusão da tecnologia.

Rogers (1995) enfatiza que a difusão de uma inovação não é um processo certo, mas um processo de redução de incertezas. O autor aponta que, quando indivíduos ou uma organização tomadora do processo de decisão da inovação são motivados a buscar informações de forma a diminuir a incerteza relativa à inovação, averiguando até que ponto uma nova ideia é melhor do que uma prática existente. A partir dessas pontuações o autor lança luz ao conceito de taxa de adoção, que consiste na velocidade relativa com a qual uma inovação é adotada por membros de um sistema social e que geralmente é medido como o número de indivíduos que adotam uma nova ideia em um período especificado.

Dessa forma, compreende-se a importância da aplicação deste modelo para o entendimento da difusão da tecnologia de VAs, de forma que, compreender os fatores que apontam para uma maior taxa de adoção desta inovação é um importante fator para sua difusão.

Para tanto, mesmo que a tecnologia ainda não se encontra disponível no mercado, e conforme Litman (2015), ainda estamos distantes do momento de difusão da mesma, explorar as notícias comunicadas na *web* através da técnica de mineração textual (*Text Mining*), para entender como a tecnologia dos VAs está sendo veiculada na *web* para formar opinião social e distinguir os fatores relevantes para difusão da tecnologia dentro do modelo de Rogers (1995).

2.3 Text Mining

Cebrián (1999) afirma que a *web* amplia o potencial de transmitir novas informações, aumentando as chances de ser disseminado de forma mais rápida e por diferentes públicos. Nesse sentido, Galvão e Marin (2009) apontam que é graças aos avanços tecnológicos em tecnologias de informática e comunicação que foi possível alcançar o uso global da *web*.

Segundo os autores, a rede global de internet (*world wide web* - *www*) possibilitou o acesso a um gigantesco volume de dados que pode ter várias aplicações e a transformação desses dados em informações (GALVÃO; MARIN, 2009). Porém, apesar da existência dos grandes bancos de dados e da grande quantidade de informações, ainda existem dificuldades na descoberta de conhecimento baseado nessas informações (DIAS, 2002).

Segundo Zaki e Meira Júnior (2014), a mineração de dados (*Data Mining*) é o processo de descoberta de padrões inovadores e desconhecidos que sejam utilizados para compreensão, descrição ou predição a partir de dados em grande escala. Dessa forma, o *data mining* é uma técnica que pode extrair conhecimento de grandes volumes de dados com o intuito de facilitar a tomada de decisões. Malhotra e Birks (2007) definem a técnica de *data mining* como um processo de descoberta de relacionamentos significativos entre dados, padrões e tendências futuras através de grandes quantidades de dados.

Nesse mesmo sentido, Wiedemann (2013) aponta que a mineração textual (*text mining*) é a combinação de abordagens estatísticas e com base em padrões de análise textuais pré-definidos e aplicada a projetos de análise de dados qualitativos. Segundo o autor, a pesquisa se aplica nas ciências sociais quando há grande volume de dados qualitativos que precisam ser analisados. Heyer (2009) define a mineração textual como um conjunto de métodos baseados em computador para uma análise semântica do texto que estruturam automaticamente ou semi-automaticamente grandes quantidades de texto. Como Schönfelder (2011, p. 29) afirma, "a análise qualitativa, em seu cerne, pode ser condensada em uma revisão de dados próxima, repetida, categorizando, interpretando e escrevendo".

Blei (2012) aponta que os métodos atuais se aproximam do objetivo de extrair significado do texto, que é a base da compreensão para a pesquisa qualitativa. Segundo Wiedemann (2013), o processo de extrair conhecimento representado e expresso no texto é alcançado por uma metodologia de estruturação, identificando fragmentos textuais relevantes, coletando-os e atribuindo-os a conceitos recém-criados ou pré-definidos em um campo específico do conhecimento.

Wiedemann (2013) aponta ainda que não existe uma solução pronta na perspectiva técnica ou de uma abordagem metodológica. Para o autor, é necessário desenvolver o próprio modo de proceder para a pesquisa, bem como reinventar ou adaptar as tecnologias de análise existentes para propósito específico.

Dessa forma, retomando o pensamento de Cebrián (1999) e de Galvão e Marin (2009), a *web* se torna uma poderosa fonte de dados que podem ser convertidos em informações válidas. Para este caso, em relação aos VAs, o conteúdo de informações

válidas, divulgados por notícias relacionadas a empresas de pesquisa, universidades e montadoras, formam um cerne de notícias que contribuem para construção dos fatores de difusão desta tecnologia.

Estes dados dispersos na *web*, ao serem concentrados dentro do modelo de Rogers (1995) como categorias de busca, podem ser utilizados para mineração textual dentro da rede global de computadores, em busca de englobar o maior número de informações e entender a ascensão deste fenômeno inovador.

3. SÍNTESE DAS METODOLOGIAS

A Figura 5 abaixo visa apresentar uma síntese das metodologias aplicadas em cada um dos 3 artigos na construção desta pesquisa.

Figura 5 – Resumo da proposta metodológica para a dissertação.

| | | | |
|--|---|--|--|
| Questão Problema | | | |
| Quais fatores que influenciam a Difusão da Tecnologia dos Veículos Autônomos? | | | |
| Objetivo Geral | | | |
| Identificar os fatores que influenciam Difusão da Tecnologia dos Veículos Autônomos. | | | |
| Artigos | Artigo 1 From Technology to Market: A Bibliometric and Integrative Review of Autonomous Vehicles | Artigo 2 Fatores para Difusão da Tecnologia de Veículos Autônomos: Uma conciliação da literatura com o Modelo de Rogers (1995) | Artigo 3 Fatores para Difusão da Tecnologia de Veículos Autônomos: Uma Aproximação por <i>Text Mining</i> |
| Objetivo do Artigo | Identificar o panorama sobre a literatura de VAs dentro do ambiente de mobilidade terrestre, de modo a compreender como a mesma trata a constituição deste mercado. | Desenvolver uma conciliação entre o Modelo de Difusão de Tecnologia de Rogers (1995) e a literatura sobre VAs para apontar os fatores que influenciam sua difusão. | Traçar um panorama acerca das notícias que circulam na <i>web</i> , de forma a compreender quais fatores que influenciam a difusão da tecnologia de VAs. |
| Tipo de Pesquisa | Qualitativa Descritiva | Qualitativa Exploratória | Qualitativa Exploratória |
| Objeto de Estudo | Artigos científicos sobre a temática de VAs | Modelo de Difusão de Tecnologias e Artigos científicos sobre a temática de VAs | Notícias da <i>Web</i> sobre VAs |
| Coleta de Dados | Literatura acadêmica na Web of Science | Literatura acadêmica na Web of Science | <i>Text Mining/Google</i> |
| Análise de Dados | Análise qualitativa e descritiva | Análise qualitativa e descritiva | Análise qualitativa e descritiva |

Fonte: Elaborado pelo autor.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS¹

Este trabalho visou responder a “Quais fatores influenciam a difusão da tecnologia dos Veículos Autônomos?” Nesse sentido, foi levantado como objetivo geral “Identificar os fatores que influenciam a difusão da tecnologia dos Veículos Autônomos”. Para tanto, este estudo fez uso da condição de três artigos científicos para apontar tais fatores, tanto os fatores que são discutidos na literatura, quanto os fatores discutidos na *web*.

Com o objetivo de identificar um panorama sobre a literatura de VAs dentro do ambiente de mobilidade terrestre, o artigo 1, intitulado “Da Tecnologia ao Mercado: Uma revisão bibliométrica e integrativa sobre a literatura de Veículos Autônomos”, apresentou uma evolução da tecnologia de VAs, com uma taxa média de 16,53% de crescimento das pesquisas ao ano. O artigo apontou também que, com base na lei de elitismo de Price (1976), não há uma elite de autores neste campo de estudo, sendo ainda muito disperso.

O artigo 1 apontou também que há uma relação entre os 10 países com maior quantidade de publicações e os países com maior quantidade de agências de fomento para pesquisa, sendo EUA e China os dois principais países nesta lista. Foi possível verificar também que, EUA e China fazem parte do relatório KPMG (2018) como dois dos países que mais investem em pesquisas para desenvolvimento da tecnologia de VAs, sendo que os EUA possuem maior investimento do setor privado e China do setor público (agências de fomento).

Quanto as principais áreas de pesquisa, ainda há uma predominância das áreas técnicas, como Engenharia e Computação, sendo responsáveis por 93,06% das pesquisas, enquanto que as áreas não técnicas, como *Business*, apesar de serem áreas em crescimento, representam 6,94% das pesquisas.

Na revisão integrativa realizada nas pesquisas da área de *Business, Management e Economics*, foram encontradas 5 categorias de análise dos artigos: Eficiência dos Transportes, Congestionamento de Tráfego, Energia e Sustentabilidade, Serviços e Comportamento do Usuário. Dentro destas pesquisas, foi identificado que há uma mudança de paradigma do desenvolvimento da tecnologia para um paradigma voltado para o usuário das tecnologias. Com esta visão, foi possível traçar um framework teórico

¹ “Para melhor entendimento das Considerações Finais desta dissertação, a leitura desta deve ser feita após leitura dos 3 artigos que constituem este estudo”.

da evolução das pesquisas relacionadas a tecnologia dos VAs e apontar que as sugestões de pesquisas futuras também são direcionadas ao mercado de serviços.

Para entender como pode ocorrer a chegada deste novo possível mercado apontado pelo Artigo 1, buscou-se, através do Artigo 2, responder a quais fatores presentes na literatura podem ser tomados como gatilho para difusão da tecnologia de VAs? Para tanto, o Artigo 2, intitulado “Fatores para Difusão da Tecnologia de Veículos Autônomo: Uma conciliação da literatura com o modelo de Rogers (1995)”, desenvolveu uma revisão de literatura que classificou os tópicos discutidos na literatura dentro das 11 categorias descritas pelo autor.

Inicialmente o artigo diferenciou a adoção da tecnologia, que é a decisão individual de aceitar a tecnologia, da difusão, que é sua aceitação social. Depois, com o propósito de encontrar os fatores discutidos na literatura, O Artigo 2 encontrou todos as categorias descritas por Rogers (1995) sendo reproduzidas na literatura, porém não foi encontrado nenhum artigo que apresentasse esta revisão completa. Dessa forma, procurou-se conciliar a literatura com o modelo e foi apresentado um Framework resumindo todas estas características da literatura junto ao modelo.

Ao final do Artigo 2, foi apresentado também um Framework que descreve o Ambiente de Difusão da Tecnologia e que aponta para a difusão tendo sido iniciada no momento de concepção da ideia da tecnologia, e não apenas no cruzamento do abismo (MOORE, 2001). Nesse sentido, a dispersão das informações relacionadas a tecnologia de VAs já constitui parte da sua difusão.

Dessa forma, para identificar os fatores que influenciam a difusão da tecnologia, buscou-se utilizar as categorias desenvolvidas no Artigo 2 e que foram apresentadas na literatura, para reproduzir as características que são discutidas na *web*. Com este propósito, o artigo 3, intitulado “Fatores para Difusão da tecnologia de Veículos Autônomos: Uma aproximação por Text Mining”, visou responder a quais fatores discutidos nas notícias da *web* que influenciam a difusão da tecnologia dos VAs?

Para tanto, foi utilizado o *Google News* para coleta de 5.368 notícias entre os anos de 2016 e 2018, onde foram categorizadas manualmente dentro das categorias presentes no Artigo 2 e foram utilizadas para aprendizagem do modelo classificador. A segunda etapa coletou 19.133 notícias, onde foi criado um classificador automático através do Software Orange e foram classificadas. Nessa etapa, foi possível descrever o crescimento das notícias e apontar que, o envolvimento entre empresas, governos, e instituições de ensino foi o maior difusor desta tecnologia.

Porteriormente, foi realizada uma Clusterização dos dados categorizados, de modo a aprofundar os temas discutidos em cada categoria. Foram encontrados ao todo 28 clusters distintos e que podem apontar os principais direcionamentos das notícias relacionadas a tecnologia de VAs.

Dessa forma, foi possível comparar que, conforme Artigo 1, existe uma tendência para construção do mercado de VAs como Serviços. No Artigo 2, são apontados vários benefícios da tecnologia de VAs e que podem ajudar no desenvolvimento deste mercado e também foi apontado que o ambiente de difusão desta tecnologia já está acontecendo. Estes fatores discutidos na literatura foram explorados através do Artigo 3 para as notícias da *web*, onde foi possível constatar a principal tendência de notícias voltadas para o ambiente de difusão está relacionado ao desenvolvimento da tecnologia e para o possível desenvolvimento do mercado de Serviços.

Conforme modelo de Litman (2018), ainda há muitas etapas que devem ser desenvolvidas antes que aconteça a difusão de forma massiva da tecnologia de VAs, de forma que este estudo contribuiu por apresentar os fatores discutidos na academia e disseminados nas notícias na *web* e que podem aproximar o desenvolvimento da tecnologia da sua difusão. Para tanto, a originalidade deste estudo se baseia em ser o primeiro a aprofundar na difusão da nova tecnologia de automação de veículos, e por apontar que a edificação deste mercado futuro já está em processo de construção.

Como impactos teóricos, este estudo discriminou o modelo de difusão de tecnologias (ROGERS, 1995) em fatores que impactam a tecnologia, e em um avanço nos serviços que podem ser advindos dessa tecnologia. Como impactos gerenciais, foi possível determinar um classificador automático de notícias de modo a acompanhar o crescimento da difusão da tecnologia e apontar os focos de informações (clusters) que podem impactar no ambiente de difusão da tecnologia e na edificação do mercado.

Como limitações deste estudo, a utilização de apenas uma base de coleta de dados científicos, *Web of Science*, a limitação de buscas realizadas apenas pelo termo “*Autonomous Vehicles*” na *web*, sendo que o uso de outros termos poderiam ampliar as buscas, mas também prolongar o tempo de pesquisas, as limitações de tempo de coleta de dados e análise, e as limitações de um estudo qualitativo com análise de conteúdo, visto que este mercado em construção ainda pode apontar diferentes caminhos e, portanto requer diferentes tipos de análise. Sugere-se para pesquisas futuras a realização de uma análise quantitativa para validação das informações coletadas na *web*, o que pode garantir maior aprovação das categorias e clusters identificados.

REFERÊNCIAS

- ATTIAS, D. The Autonomous Car, a Disruptive Business Model? In: Attias, D. (2016). *The Automobile Revolution: Towards a New Electro-Mobility Paradigm*. (1st ed.). Gewerbestrasse (Switzerland): **Springer International Publishing**, 2017.
- ATTIAS, D. The Autonomous Car, a Disruptive Business Model? In: Attias, D. (2016). *The Automobile Revolution: Towards a New Electro-Mobility Paradigm*. (1st ed.). Gewerbestrasse (Switzerland): **Springer International Publishing**, 2017.
- ATTIAS, D.; MIRA-BONNARDEL, S. Extending the Scope of Partnerships in the Automotive Industry Between Competition and Cooperation. In: Attias, D. (2016). *The Automobile Revolution: Towards a New Electro-Mobility Paradigm*. (1st ed.). Gewerbestrasse (Switzerland): **Springer International Publishing**, 2017.
- AUTO ALLIANCE. **Levels of Automation**. 2017. Acesso em 2018, set 25. Disponível em: <<https://autoalliance.org/wp-content/uploads/2017/07/Automated-Vehicles-Levels-of-Automation.pdf>>.
- BERGMAN, N.; SCHWANEN, T.; SOVACOOOL, B. K. Imagined people, behaviour and future mobility: Insights from visions of electric vehicles and car clubs in the United Kingdom. **Transport Policy**, 59, 165–173, 2017.
- BLEI, D. M. Probabilistic topic models. Surveying a suite of algorithms that offer a solution to managing large document archives. **Communications of the ACM**, 55(4), 77-84, 2012.
- BOESCH, P. M.; CIARI, F.; AXHAUSEN, K. W. Autonomous vehicle fleet sizes required to serve different levels of demand. **Transportation Research Record**, 2542, 111e119, 2016.
- BROWN, A.; GONDER, J.; REPAC, B. An analysis of possible energy impacts of automated vehicles. In G. Meyer (Ed.), *Road vehicle automation* (pp. 137-153). Cham: **Springer International Publishing**, 2014.
- CEBRIÁN, J. L. **A rede: como nossas vidas serão transformadas pelos novos meios de comunicação**. São Paulo: Summus, 1999.
- DIAS, M. M. Parâmetros na escolha de técnicas e ferramentas de mineração de dados. **ActaScientiarum**, 24(6), 1715-1725, 2002.
- DOKKO, G.; NIGAM, A.; ROSENKOPF, L. Keeping Steady as She Goes: A Negotiated Order Perspective on Technological Evolution. **Organisation Studies**, 33 (5–6): 681–703, 2012.
- ENOCH, M. P. How a rapid modal convergence into a universal automated taxi service could be the future for local passenger transport. **Technology Analysis & Strategic Management**, 27(8), 910924, 2015.

EUROPEAN COMMISSION. **European urban mobility: policy context**. European Commission, Brussels, 2017. Acesso em jul 20, 2018. Disponível em: <http://civitas.eu/sites/default/files/booklet_1_-_en.pdf>

FAGNANT, D. J.; KOCKELMAN, K. M. The travel and environmental implications of shared autonomous vehicles, using agent-based model scenarios. **Transportation Research C: Emerging Technologies**, 40, 1 e 13, 2014.

FAGNANT, D. J.; KOCKELMAN, K. M. Preparing a nation for autonomous vehicles: Opportunities, barriers and policy recommendations. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, 77, 167 e 181, 2015.

FILHO, G. G.; GOULART, E. E.; CAPRINO, M. P. Difusão de inovações: apreciação crítica dos estudos de Rogers. **Revista FAMECOS**, Porto Alegre, nº 33, 2007.

FOURNIER, G. The new mobility paradigm. Transformation of value chain and value proposition through innovations. In: Attias, D. (2017). **The Automobile Revolution: Towards a New Electro-Mobility Paradigm**. (1st ed.). Gewerbestrasse (Switzerland): Springer International Publishing, 2017.

FRAZZOLI, E.; DAHLEH, M. A.; FERON, E. Real-time motion planning for agile autonomous vehicles. **Journal of Guidance, Control, and Dynamics**, 25(1), 116-129, 2002.

GALVÃO, N. D.; MARIN H. F. Técnica de mineração de dados: uma revisão da literatura. **ActaPaulista de Efermagem**, 22(5):686-90, 2009.

GANDIA, R. M.; VERONEZE, R. B.; ANTONIALI, F.; CAVAZA, B. H.; SUGANO, J. Y.; CASTRO, C. C.; ZAMBALDE, A. L.; MIRANDA NETO, A.; NICOLAI, I. The quintuple helix model and the future of mobility: The case of autonomous vehicles. In: **25th Gerpisa International Colloquium**, 2017, Paris. R/Evolutions. New technologies and services in the automotive industry, 2017.

GARTNER. **Gartner's 2015 hype cycle for emerging technologies identifies the computing innovations that organizations should monitor**. Gartner, 2015. Acesso em Jun, 2018, disponível em: <<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2015-08-18-gartners-2015-hype-cycle-for-emerging-technologies-identifies-the-computing-innovations-that-organizations-should-monitor>>.

GARTNER. **4 Areas Driving Autonomous Vehicle Adoption**. Smarter With Gartner, 2017. Acesso em Jan, 2019, disponível em: <<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/4-areas-driving-autonomous-vehicle-adoption/>>.

GREWAL, D.; ROGGEVEEN, A. L.; NORDFALT, J. The Future of Retailing. **Journal of Retailing**, Vol. 93, Ed. 1, p. 1-6, 2017.

GUERRA, E. Planning for cars that drive themselves: Metropolitan Planning Organizations, regional transportation plans, and autonomous vehicles. **Journal of Planning Education and Research**, 36(2), 210-224, 2016.

GUIZZO, E. How google's self-driving car works. **IEEE Spectrum Online**, 2011. Acesso em Jun, 2018, disponível em: <<https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/artificial-intelligence/how-google-self-driving-car-works>>.

HEYER, G. Introduction to TMS 2009. In: **Gerhard Heyer (Ed.), Text mining services. Building and applying text mining based service infrastructures in research and industry**. Proceedings of the Conference on Text Mining Services, 2009, Leipzig University (pp.1-14). Leipzig: LIV (Leipziger Beiträge zur Informatik, 14), 2009.

JOHNSON, B. Disruptive mobility. **Research report**, Barclays, 2015.

JOHNSON, M; MENA, C. Supply Chain Management for Servitized Products: a multi-industry case study. **International Journal of Production Economics**, Volume 114, Issue 1, p. 27-39, 2008.

KARLSSON, I. C. M.; SOCHOR, J.; STRÖMBERG, H. Developing the 'Service' in Mobility as a Service: experiences from a field trial of an innovative travel brokerage. **Transportation Research Procedia**, 14, 3265–3273, 2016.

KOCKELMAN, K. M.; LOFTUS-OTWAY, L.; STEWART, D.; NICHOLS, A.; WAGNER, W.; LI, J.; BOYLES, S.; LEVIN, M.; LIU, J.; PERRINE, K.; KILGORE, S.; GURUMURTHY, K. M. **Best practices guidebook for preparing Texas for connected and automated vehicles**. Center for Transportation Research, University of Texas at Austin, 2016. Acesso em Jun, 2018, disponível em: <<https://sboyles.github.io/research/2017avbestpractices.pdf>>.

KRUEGER, R.; RASHIDI, T. H.; ROSE, J. M. Preferences for shared autonomous vehicles. **Transport. Res. Part C: Emerg. Technol.** 69, 343–355, 2016.

LANE, B.; POTTER, S. The adoption of cleaner vehicles in the UK: exploring the consumer attitude–action gap. **J. Clean. Prod.** 15, 1085–1092, 2007.

LIMA, D. A. **Sensor-based navigation applied to intelligent electric vehicles**. Doctoral thesis, Université De Technologie De Compiègne, Compiègne, France, 2015.

LITMAN, T. A. **Autonomous vehicle implementation predictions: Implications for Transport Planning**. Victoria Transport Policy Institute, 2018. Acesso em Jun, 2018, disponível em: <<https://www.vtpi.org/avip.pdf>>.

MALHOTRA, N. K.; BIRKS, D. F. **Marketing Research: an applied approach**. Harlow: Prentice Hall, 3ed., 2007.

MELIS, A.; MIRRI, S.; PRANDI, C.; PRANDINI, M.; SALOMONI, P.; CALLEGATI, F. CrowdSensing for smart mobility through a service-oriented architecture. Proceedings of the Smart Cities Conference (ISC2), 2016, **IEEE International**. Trento, Italy, 2, 2016.

MEYER, J.; BECKER, H.; BOESCH, P. M., AXHAUSEN, K. W. Autonomous vehicles: The next jump in accessibilities? **Research in Transportation Economics**, Vol. 62, p. 80-91, 2017.

MUTZ, F.; VERONESE, L. P.; OLIVEIRA-SANTOS, T.; DE AGUIAR, E.; CHEEIN, F. A. A.; DE SOUZA, A. F. Large-scale mapping in complex field scenarios using an autonomous car. **Expert Systems with Applications**, 46, 439-462, 2016.

NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION (NHTSA). U.S. **Department of transportation releases policy on automated vehicle development**, 2013. Acesso em Jun, 2018, disponível em: <<https://www.transportation.gov/briefing-room/us-department-transportation-releases-policy-automated-vehicle-development>>.

OTTO MOTORS. **Resource Center**. Canada. Acesso em Jul, 2018, disponível em: <<https://ottomotors.com/resources/info/agv-vs-sdv>>.

ROBERTSON, R. A.; MEISTER, S. R.; VANLAAR, W. G. M.; HING, M. M. Automated vehicles and behavioural adaptation in Canada. **Transportation Research Part a-Policy and Practice**, 104: 50-57, 2017.

ROGERS, E.M. **Diffusion of innovations**. 4th ed., New York: Free Press, 1995.

ROGERS, Everett M. **Diffusion of innovations**. 5ed. Nova York: Free Press, 2003.

SAE INTERNATIONAL. **Surface vehicle recommended practice: (R) Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles**. USA, 2016. Acesso em Jun, 2018, disponível em: <https://www.sae.org/standards/content/j3016_201609/>.

SHELLEKENS, M. Self-driving cars and the chilling effect of liability law. **Computer Law & Security Review**, 31(4), 506-517, 2015.

SCHOITSCH, E. Autonomous Vehicles and Automated Driving Status, Perspectives and Societal Impact. Information Technology, Society and Economy Strategic Cross-Influences (IDIMT-2016). **24th Interdisciplinary Information Management Talks**, 45(1), 405-424, 2016.

SCHÖNFELDER, W. (2011). CAQDAS and qualitative syllogism logic—NVivo 8 and MAXQDA 10 compared. **Forum: Qualitative Social Research**, 12(1). Acesso em jul 17, 2018. Disponível em: <<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs1101218>>.

SCHREURS, M. A.; STEUWER, S. D. Autonomous Driving – Political, Legal, Social, and Sustainability Dimensions. In: Maurer, M., Gerdes, J.C., Lenz, B., Winner, H. (Eds.) (2015). *Autonomous Driving: technical, legal and social aspects*. Berlin: **Springer**. pp. 149–171, 2015.

SMITH, B. W. Managing autonomous transportation demand. **Santa Clara Law Rev.** 52, 1413, 2013.

TESLA. **Tesla Semi**. USA, 2018. Acesso em Jul, 2018, disponível em: <<https://www.tesla.com/semi>>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Biblioteca Universitária. **Manual de normalização e estrutura de trabalhos acadêmicos: TCCs, monografias, dissertações e teses**. 2. ed. rev., atual. e ampl. Lavras, 2016. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/11017>>. Acesso em: Ago 7, 2018.

VIEIRA, K. C.; CARVALHO, E. G.; SUGANO, J. Y.; PRADO, J. W. The impact of network externalities on acceptance and use of an app of peer-to-peer platform: a study with Uber users. **Revista Gestão & Tecnologia**, Pedro Leopoldo, v.18, n. 3, p. 23-46, Ed. extraordinária 2018.

WADUD, Z. Fully automated vehicles: A cost of ownership analysis to inform early adoption. **Transportation Research Part a-Policy and Practice**, 101: 163-176, 2017.

WADUD, Z.; ANABLE, J. **Automated vehicles: Automatically low carbon? Low Carbon Vehicle Partnership and Institution of Mechanical Engineering**. Institute of Mechanical Engineers, 2016. Acesso em Jun, 2018, disponível em: <<https://www.lowcvp.org.uk/assets/reports/Automated%20Vehicles%20brochure%20WEB%20VERSION.pdf>>.

WADUD, Z.; MACKENZIE, D.; LEIBY, P. Help or hindrance? The travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles. **Transportation Research A: Policy and Practice**, 86, 1 e 18, 2016.

WATANABE, C.; NAVEED, K.; NEITTAANMÄKI, P.; FOX, B. Consolidated challenge to social demand for resilient platforms-Lessons from Uber's global expansion. **Technology in Society**, 48, 33-53, 2017.

WAYMO. **Journey**. 2018. Acesso em Ago, 2018, disponível em: <<https://waymo.com/journey/>>.

WIEDEMANN, G. Opening up to Big Data: Computer-Assisted Analysis of Textual Data in Social Sciences. **Forum: Qualitative**. Volume 14, No. 2, Art. 23, 2013.

ZAKI, M.; MEIRA JR., W. Data mining and analysis: fundamental concepts and algorithms. New York: **Cambridge University Press**, 2014.

SEGUNDA PARTE**ARTIGO I****FROM TECHNOLOGY TO MARKET: A BIBLIOMETRIC AND INTEGRATIVE REVIEW OF AUTONOMOUS VEHICLES**

Autores:

João Paulo Nascimento da Silva, Rodrigo Marçal Gandia, Joel Yutaka Sugano, Cledison Carlos Oliveira, Fabio Fabio, Gabriel Alexandre Lopes Pedrosa, Luiz Guilherme Rodrigues Antunes, Bruna Habib Cavazza.

A primeira versão preliminar deste artigo foi publicada nos anais do 26th International Colloquium of Gerpisa, São Paulo, 2018.

Silva, J. P. N.; Gandia R. M.; Oliveira C. C.; Antonialli F.; Cavazza B. H.; Sugano J. Y. **Autonomous Vehicles and the Future of Terrestrial Mobility: a Bibliometric and Integrative Review**. Anais do 26th International Colloquium of Gerpisa, Who drives the change? New and traditional players in the global automotive sector, São Paulo, 2018.

A versão final deste artigo foi aprovada e aguarda publicação para a Special Issue “Systematic Literature Reviews in the Field of Intermodal Transportation” da World Review of Intermodal Transportation Research.

(Considerando que o conselho editorial do periódico WRITR solicitou alterações para adequações do artigo, e de acordo com o Manual de normas e estrutura de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal de Lavras (2016), este trabalho está sendo apresentado conforme aprovação pelo periódico).

ARTIGO I

FROM TECHNOLOGY TO MARKET: A BIBLIOMETRIC AND INTEGRATIVE REVIEW OF AUTONOMOUS VEHICLES

Authors:

João Paulo Nascimento da Silva¹, Rodrigo Marçal Gandia^{1, 2}, Joel Yutaka Sugano¹,
Cledison Carlos Oliveira¹, Fabio Fabio¹, Gabriel Alexandre Lopes Pedrosa³,
Luiz Guilherme Rodrigues Antunes¹, Bruna Habib Cavazza¹

¹ Universidade Federal de Lavras, Lavras (UFLA)

² CentraleSupélec - Université Paris-Saclay (France)

³ Universidade de Aveiro (Portugal)

ABSTRACT

The present study aims to understand the direction that research on Autonomous Vehicles (AVs) has taken in the academy, in order to bring to surface and detail gaps on the disruptive aspect of this innovative sector. A bibliometric revision was used to map the research present in the Clarivate Analytics Web of Science database, followed by a systematic integrative review to structure the evolution of the research and present the main aspects. Five categories that show the evolution of the research on AV technology were retrieved, such as a new focus on the users of technology. We also identified gaps in each category on how this technology should reach the market. Additionally, it was also possible to draw a global view of the technology development landscape by the analysis of both academic and market data, according to the KPMG Report, and also to identify the recent market trend of Mobility as a Service (MaaS).

KEY WORDS: Autonomous Vehicles, Terrestrial Mobility, Bibliometric Review, Integrative Review.

1. INTRODUCTION

Throughout the last three decades, the dissemination of the information technologies (IT) has brought benefits to products and processes across multiple industries (Santos, Alberto, Lima & Charrua-Santos, 2018; Urbikain, Alvarez, López de Lacalle, Arsuaga, Alonso & Veiga, 2016; Cheng, Guelfirat, Messinger, Schimitt, Schnelte & Weber, 2015). One of the industries to see the biggest impact of IT was the automotive and transportation industry (Mendes, Siemon & Campos, 2017). Here, an evolution of evermore connected and sophisticated products has been growing, especially regarding the Autonomous Vehicles (AVs) (Robertson, Meister, Vanlaar & Hing, 2017). As vehicle control systems become increasingly complex, the Society of Automotive Engineers (SAE, 2016) has created the definition of AVs, these being motor vehicles which perform the task of driving in a partial or completely autonomous way, through driving automation systems.

In research, a growing focus on the AV field has also been noted, with highlights on the importance of the recent technology developments (Gandia et al., 2017). Research has pointed out how full automation (levels 4 and 5 of the SAE standard) could improve road safety, handling of journeys (Wadud, Mackenzie & Leiby, 2016), and also modify ownership modes and foster the use of vehicles in multimodal and shared property service models (Krueger, Rashidi & Rose, 2016). Sternbeg (2008) highlights the development of intermodal transport coordination, along with the connectivity and information sharing of such systems. Business operations can also benefit from the automation technologies in commercial and logistic terms (Wadud, 2017; Wadud, Mackenzie & Leiby, 2016), thus favouring the quality of life of society (Tsiulin, Hilmola & Goryaev, 2017).

Although AVs technology impacts several means of transportation, according to Goetz, Szyliowicz, Vowles and Taylor (2007) and Laaziz (2017), attention should be given to the development of modal road transportation, which remains the most common way of transportation. However, little is known about the intrinsic AV market, given that the evolution of research in this area has mostly focused on the technological aspects of AVs (Gandia et al., 2017). As the technology matures and reaches the market, it is necessary to support it with broader research on AVs, in order to understand the development of its future market and context, especially as AVs are potentially disruptive (Gandia et al., 2017). Thus, the following research question emerges: what material exists in the AV literature to support building and analysing a new AV market with useful knowledge?

In order to answer this question, the main objective of this work is to identify the panorama on the existing AV literature within the terrestrial mobility environment (as the most common means of transportation), in order to understand how this literature relates to the development of the AV market. Three specific objectives were designed: (i) to quantitatively analyse the AV literature through a bibliometric review; (ii) to qualitatively analyse the evolution of research in the field of AV business, through a systematic integrative review; and (iii) to isolate and detail gaps and future research venues.

The AV topic has received much attention from the media and generated high expectations from the market, especially when supplied by promising AV concepts, built and tested by reputed automotive manufacturers (Wadud, 2017). AVs are part of a future and broad market that requires special attention, as many barriers still hinder this technology from growing and reaching the general public (Vieira, Carvalho, Sugano & Prado, 2018). Understanding the market in a deeper way allows for this transportation revolution to materialize in a more sustainable manner, and to contribute to the drastic change and improvement of the urban mobility landscape and many other transportation sectors (Meyer, Becker, Bösch & Axhausen, 2017; Almeida Correia, Milakis, Van Arem, & Hoogendoorn, 2016). The emergence of the AVs has a direct impact on the variety of transportation types and their connectivity network (Goetz, Szyliowicz, Vowles & Taylor, 2007)

The following sections present the scope of AV research, followed by the research methodology used to collect the data. Afterwards, a descriptive analysis of the research is presented, followed by the systematic review, ending with the research framework. Finally, a summary of the results and future research opportunities are presented.

2. AUTONOMOUS VEHICLES AND URBAN MOBILITY

In conventional vehicles, drivers have always been considered to be an essential element. However, in the last two decades, vehicle manufacturers have been creating new and increasingly sophisticated features that provide drivers with assistance, considerably reducing the participation of the human driver (Robertson et al., 2017).

In the beginning, the pioneer Intelligent Vehicle Highway Systems (IVHS) was created to seek greater efficiency and safety of driving activities (Chen & Ervin, 1990; Lafortune, Sengupta, Kaufman & Smith, 1993), looking for a better sustainability impact (Shladover, 1993). The research that started with the IVHS concept later evolved to study and develop transportation route systems (Mes, van der Heijden & van Harten, 2007),

and a traffic management system to avoid traffic congestion (Khattak, Schofer & Koppelman, 1993; Malik & Baabiker, 2010).

The IVHS can be regarded as the first step into AV technology. AVs will, however, provide more and wider benefits for the transportation sector, such as travel efficiency and safety (Fagnant & Kockelman, 2015; Kockelman, Loftus-Otway, Stewart, Nichol, Wagner, Li, Boyles, Levin, & Liu, 2016; Meyer, Becker, Bösch & Axhausen, 2017; Brown, Gonder & Repac, 2014; Litman, 2015); lower usage costs (Bösch, Ciari & Axhausen, 2016), and lower environmental impact (Brown, Gonder & Repac, 2014; Wadud & Anable, 2016; Wadud, MacKenzie & Leiby, 2016; Kockelman et al., 2016, Fagnant & Kockelman, 2015). AVs will also contribute to lower traffic congestion (Bösch, Ciari & Axhausen, 2016; Fagnant & Kockelman, 2014) and increase the road capacity and acceptance of additional user groups and multi transportation modes (Meyer et al., 2017). AVs will also allow children, the elderly and people with disabilities to travel, opening new niche markets (Fagnant & Kockelman, 2015; Lutin, Kornhauser & Lerner-Lam, 2013).

Another potential outcome of this technology is the usage in logistics, shipping and freight (Grewal, Roggeveen & Nordfalt, 2017; Wadud, 2017). There is already experimentation with AVs for delivery operations with drones (from Amazon) and automated trucks on motorways (such as SARTRE in Europe) (Wadud, 2017). Further, the unimodal regulations will need to be reconsidered, as the Mobility as a Service (MaaS) will provide many modal offerings in sharing vehicles and integrate with public transportation (Hensher, 2017; Yap, de Almeida Correia & van Arem, 2016). In addition, the car-sharing, through intermodal connectivity, has a strong potential to integrate with public transportation systems and become an ever-more important component in the future city transport systems (Mourence & Nelson, 2019).

Mobility is a key factor in the well-being and quality of life of citizens, influencing urban geography, redefining the decisions of where and how to work and live, and the way people travel (European Commission, 2017; Melis, Mirri, Prandi, Prandini, Salomoni & Callegati, 2016). The AV technologies are hand-in-hand with the multimodal system (Engström, 2016). The symbiotic relation among them as the technological improvements influence how transport systems are designed and used, the Physical and Digital Infrastructure to efficient transport solutions, the importance of Planning Process and Social to a smarter transport system, the Business Models and Behaviouristic Phenomena to test multimodal solutions, modal choice and adoption, and the Policies and Regulations to improve the freight transport system and developing the role of the road (Engström, 2016).

According to Krueger et al. (2016), AVs have the potential to change the form of vehicle ownership from a product to a model of usage (or adoption) of shared multimodal services. In this sense, as pointed out by Attias (2017), this change in the mobility paradigm can modify the attitudes of modern society in relation to time, space and travel. Moreover, it is emphasized that AVs can be considered as the high point of Gartner's technology cycle, since they have both the intense media attention and stakeholders expectation (Wadud, 2017; Gartner, 2015), and also that recent technological advances in this field have fostered even more research interest regarding the future AV market (Attias, 2017; Wadud, 2017).

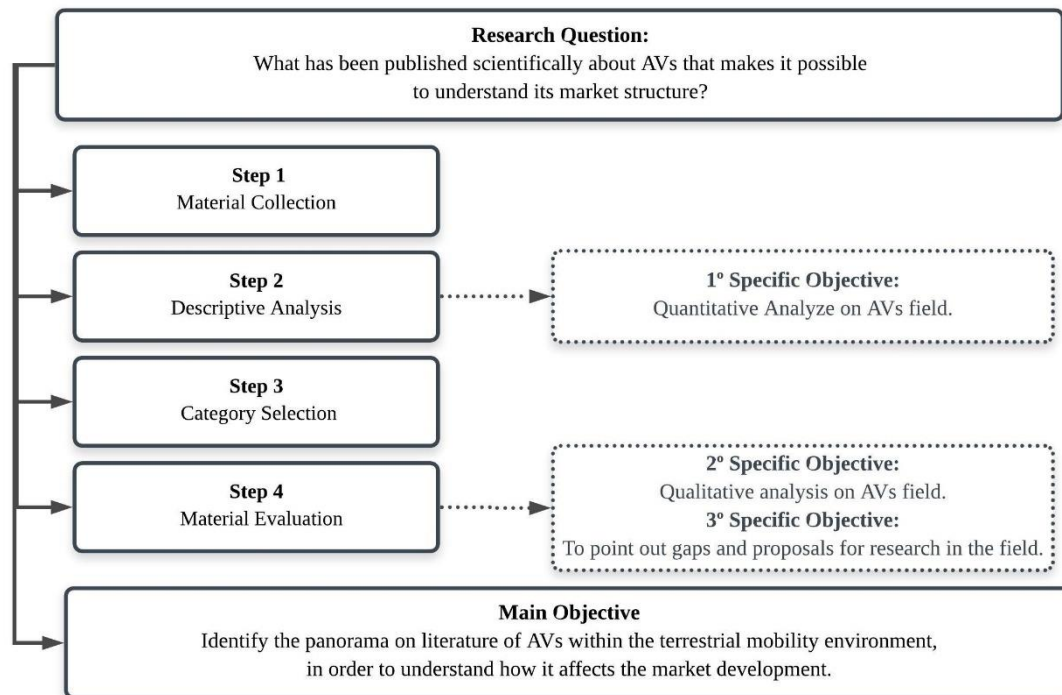
Concerning the market perspective, the technology has an important role in the market disruption, making it possible to change the whole mobility sector (Gandia et al., 2017). In other words, new AV technology can provide a disruptive force in the world of transportation. Furthermore, taking into consideration the importance of technological development for the sector, the social phenomenon can also contribute to the building of new markets. In this view, the disruptive potential of AV technology requires a greater understanding of research on the adoption and diffusion of technology (Vieira et al., 2018). As such, there is a social barrier that needs to be overcome so that AV technology can initiate the network effect and, consecutively, achieve the market and mass adoption (Vieira et al., 2018).

If all these assumptions take place in the near future, AVs will not only revolutionize transportation but take part in a drastic change in the mobility paradigm (Meyer et al., 2017). Thus, it is important to understand the scope of research based on the technological aspect, but also deeply understand the arrival of AVs in the market.

3. RESEARCH METHODOLOGY

Based on the objectives of this study (both main and specific), a methodological route that integrates the bibliometric and integrative revision was developed. The systematic literature review was conducted by following four steps: (1) material collection, (2) descriptive analysis, (3) category selection, and (4) material evaluation (Seuring & Gold, 2012). The integrative review, in turn, aimed to summarize existing research by identifying patterns, themes and issues, helping to identify the conceptual content of the field and thus contributing to theory development (Seuring & Gold, 2012). The methodology proposition presents four stages (see Figure 1). The revisions were developed from October 2017 to January 2018. In order to better answer to the objectives of this work, a fifth step was added: to identify gaps and future research venues.

Figure 1 – Methodological Proposal Design



Source: Adapted from Seuring and Gold (2012).

Step 1: Material Collection. In this step, the database to be analysed is selected, as well as the entry criteria for searching and choosing the articles (Seuring & Gold, 2012). Therefore, it should be emphasized that at this moment, decisions must be taken regarding the research objectives, questioning what has been published scientifically on AVs that makes it possible to understand the market development.

Clarivate Analytics Web of Science database was chosen as the single data source, based on the recommendation of Prado et al. (2016) due to the quality of scientific production, non-duplicate data and data standardization. According to Gandia et al. (2018), criteria for the terms selection must contemplate most of the definitions present in the field. As input criteria for the selection of articles in this study, we re-used the terms used by Gandia et al. (2018): `terrestrial_mobilit * 'AND' autonomous_vehicle*`, `"OR" autonomous_car*`, `autonomous_automobile*`, `driverless_car*`, `driverless_vehicle*`, `driverless_automobile*`, `selfdriving_car *`, `self-driving_vehicle*`, `self-driving_automobile*`, `intelligent_car*`, `intelligent_vehicle*` and `intelligent_automobile*`. Boolean logic operators allowed to widen and control the scope of the search. The term “automated” and “driverless” were not considered in the search because these were associated with topics that do not match the aim of this study. The terms were also combined with the words “car”, “vehicle” and

“automobile”. All terms were combined with the “terrestrial mobility” term, as to amplify the research coverage. Only articles written in the English language were used.

The search was directed at the “topic” search field, which included titles, abstracts, keywords and author, from 1945 to the end of 2017. The starting date comes from the beginning of the database Clarivate Analytics Web of Science, and the end date because it is the most recent full publication year at the time of the data collection. The initial search outputted 946 articles, from which 18 were excluded as they were considered unrelated to the study topic. Hence, 928 articles were used in the descriptive analysis.

Step 2: Descriptive Analysis. In this stage, the data were extracted through a bibliometric analysis applied to the literature review, which aimed both to map the structure and the evolution of the topic in a descriptive way (Chen & Boyack, 2003). This type of analysis is used to measure and understand the study field of a given subject and provide a view of the field’s historical evolution (Gandia et al., 2018). This type of study is thus used to present a thematic and technological based analysis, providing support for future research (Gandia et al., 2018). Although this global view of the field may carry itself as a limitation (Bittar, da Silva & Hayashi, 2011), this is compensated by having a large database where one can identify and map the intellectual structure of a discipline or area of study, looking at the articles that built the main theories, and also the most productive scholars and institutions, (Pinto, Serra & Ferreira, 2014). This kind of descriptive analysis has also been indicated as appropriate to delineate the field of AVs studies (Gandia et al., 2018).

Step 3: Category Selection. At this moment, the categories found were selected, and an integrative review was applied considering only the articles from Business, Economics and Management areas. This method allows to deepen and better understand the development of the business field, by using text interpretation, following the research questions, which are put into categories, after carefully selecting and revising feedback loops, within the process of analysis (Mayring, 2000).

In this way, the articles were compared and grouped accordingly to their similarity (Seuring & Gold, 2012). From the initial 928 articles considered to descriptive review, with focus on the general view of the field (Bittar, da Silva & Hayashi, 2011), were filtered according to the area of Business, Economics and Management. The content relevance is an essential parameter to a literature review, providing the author’s critical point (Tsiulin, Hilmola & Goryaev, 2017). In this way, this criterion was selected based on the market perspective of

this study. Twenty-four articles were obtained, where a profound lecture was made and 10 of the articles were excluded, mainly because they did not contemplate the scope of this study. As a final sample, 14 articles were considered for this study. Based on the research questions, objectives, theoretical background, study implications and future research venues of these 14 articles, the research categories were inductively created.

Step 4: Material Evaluation. In this step, the material was analysed to allow identification of relevant issues and interpretation of results. This type of analysis is a method in which concepts, opinions and ideas derived from previous research are integrated to generate a synthesis of contributions (Whitemore & Knaf, 2005). The content analysis can combine the statistical method with profound text interpretation (Seuring & Müller, 2012). In this way, identifying, selecting and reviewing relevant literature is the core of a systematic literature review (Ashby, Leat & Hudson-Smith, 2012). This step matches the second specific objective of this study, of qualitatively analysing the evolution of research in the field of business.

The categories used to analyse the 14 articles emerged inductively from the content analysis, creating five main categories of discussion present in the texts and that present the evolution of technology into the market. These are Transport Efficiency, Traffic Congestion, Energy and Sustainability, Services and User behaviour. With these results, it became possible to identify the gaps present in the literature. In addition, it was also possible to point out future research indicated in the integrative review. In this stage, the third specific objective was answered by pointing out gaps and future research venues.

4. DESCRIPTIVE ANALYSIS

This section is divided accordingly to the specific objectives of the research, reflecting the descriptive analysis of the group of 928 articles identified before. Three major topics are here detailed: the global number of publications per year; the countries with the highest scientific production; and the main areas of research.

4.1 Number of AVs publications per year

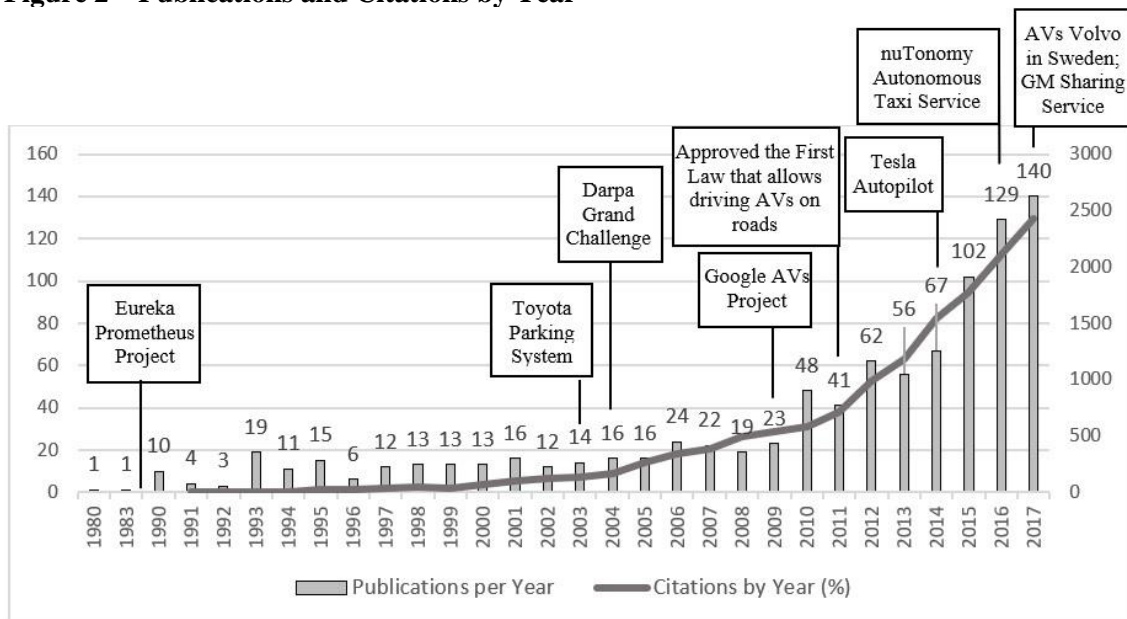
Figure 2 shows the evolution of publications per year, starting with Tsugawa's (1980) "Control of the Intelligent Car and its Computer-Simulation" article. In 1990 the

publications debuted at a modest pace, proceeding to strong growth in the last two decades. To date, the year 2017 has the largest number of publications on the topic, with a total of 140 publications and 2430 citations.

There was a steady increase in research from the year 2011. While Bornmann and Mutz (2012) point to a growth rate of about 8.0% in world science globally, we identified that studies on AVs and mobility grew at about 16.5%.

Figure 2 also points important milestones in the historical development of AVs that accompanied the growth of academic publications and citations (The Automated Driving Community, 2018). Although two historically important milestones are not represented in the figure (i.e. the New York World's Fair in 1939-1940 with the first vision of automated highways such as the Futurama: Haghways & Horizons, sponsored by General Motors, and the creation of the "Automatic Cruise Control" as the first electronic device for vehicle control in 1968), as far as academic publications are concerned, they only really started off in 1980.

Figure 2 – Publications and Citations by Year



Source: Research Data.

Along with the beginning of the publications in 1980, note-worthy events were part of the development of vehicle automation technology, as is visible in the figure. In 1986 the Eureka Prometheus Project (1986-1995) was created to develop autonomous driving and traffic technology in Europe, the same period in which academic discussions on automation of vehicles were initiated.

In 2003, Toyota launched the first Prius Parking System, an important milestone for vehicle automation on the market, directly in a period in which academic research on vehicle automation became more intense. In 2004, the Darpa Grand Challenge took place, a challenge that stimulates the development of autonomous steering technologies and was also accompanied by the increase of scientific publications.

The year 2009 was marked by the start of the Google Autonomous Car Project, creating the Waymo corporation in 2012 as a subsidiary of the company responsible for the development of autonomous technologies. In 2011, the first law was approved in the state of Nevada (United States - US) that allowed AV operation on the roads, kick-starting the need for other states and countries to prepare for the arrival of the technology.

In 2014, the Navia bus from Induct Technology became the first AVs available for commercial sale. In the same year, Tesla's automated steering technology, the Autopilot, was introduced. In 2015 Daimler/Mercedes Benz began testing the Highway Pilot system for trucks. The year 2016 was marked by the first road accident with the Google Autonomous Car and the launch of the first stand-alone taxi service provided by nuTonomy. In 2017 Volvo made 100 vehicles available without a driver in the city Gothenburg in Sweden. That same year General Motors (GM) released the first sharing application for AVs.

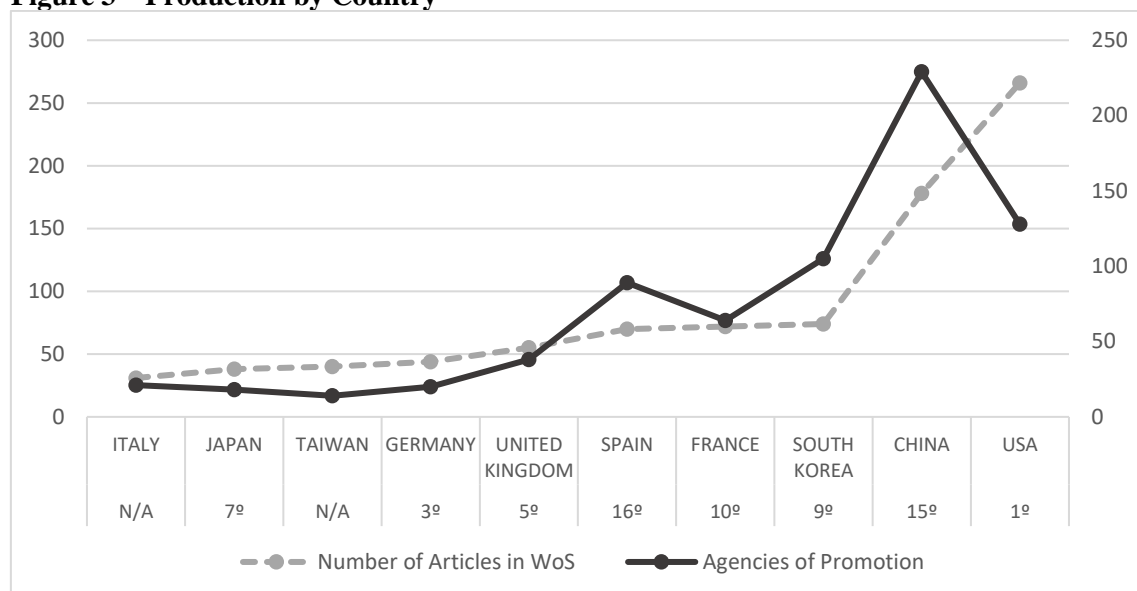
The initial milestones are related to the development of technologies, and the more recent milestones are related to the actual use of AVs technology. It is possible to see that research was primarily dedicated to the development of technology, and only after some time turned into market arrival and diffusion.

As for the main authors regarding publications in the scope of this study, there were identified Trivedi M. M. (17 articles, 1.83%), Armingol J. M. (13 articles, 1.40%) and De La Escalera A. (13 articles, 1.40%), which points to a low concentration of research for each author within the universe of 928 articles of this research. In this sense, the topic is still dispersed, which justifies in part its heterogeneity, as it is composed by different research areas and does not have a high concentration of main authors, lines or tendencies of the field. Thus, according to Elitism's Law of Price (1976), considered as a criterion to check if the authors' elite is productive or not for the total taxpayers in a discipline, in this case 928 authors, " \sqrt{n} " would represent the elite of the area studied, which corresponds to the approximate value of 31 authors, and which should correspond to half of the total production. In this case, the 31 authors are responsible for a total of 217 articles, a low value for elite training.

4.2 Countries with most papers

Taking a look at the production by country, a strong dispersion was observed: 63 countries have AVs research publications. According to Figure 3, there is a major highlight for North American production, with 28.6% of world production on the topic, totalling 266 articles. This is supported by the KPMG report (Autonomous Vehicles Readiness Index, 2018), which points the US as the country at the top of the technology and innovation. However, the fact that this study only considered English publications could have caused some bias of the sample.

Figure 3 – Production by Country



Source: Research Data.

Although it ranks first in creating technology for AVs, no US development agencies appear among the top 10 in this research. The KPMG report (2018) also points to the US as a country with relatively low government investment in AVs, in contrast with the largest number of private companies related to AVs research, a total of 163 against 22 in Germany in second place, which indicates a greater amount of private sector research. An important note should be given to the fact that the US, China, South Korea, France and Spain are countries that hold more than 71.0% of the world's scientific publications (a total of 660 of the 928 articles analysed here) reinforcing the centrality of research in these regions. If we count the other countries presented among the top 10 of

Figure 3, out of the total of 928 articles, these countries account for 726 articles, a total of 93.5% of the academic output.

It is possible to verify that there is a relationship between the number of development agencies per country and their performance in the quantity of publications and the development of technologies. The US ranks first in publications and also in KPMG's AVs Technology and Innovation report, China ranks second in publications, with the largest investment in research funding, however, it is only 15th in the KPMG report. Among the agencies that provide research on AVs, out of a total of 651 agencies that promoted research, the National Natural Science Foundation of China stands out with 8.94% of research support, which is equivalent to 77 articles. The support given by the Chinese development agencies reinforces China's second place in world publications, with a total of 19.2% of publications (Figure 3), which equates to 178 scientific articles in this field.

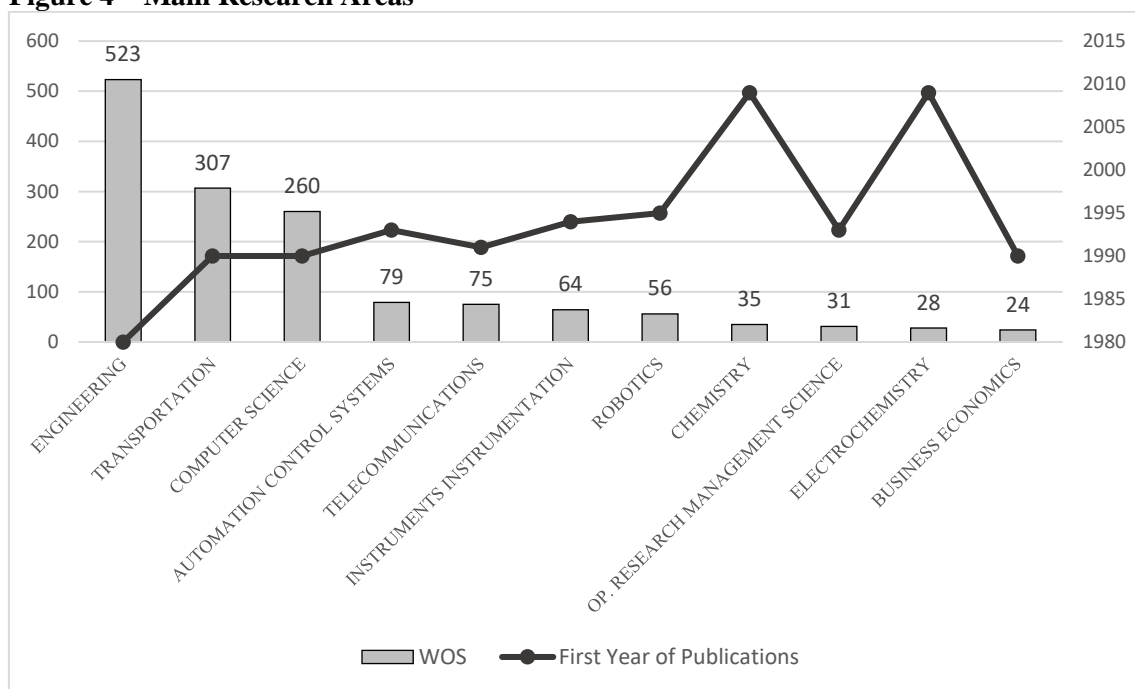
Among a total of 651 agencies that fund AVs research, the National Natural Science Foundation of China stands out with 8.94% of the total AVs research, which corresponds to 77 articles. The support given by the Chinese development agencies is a point that reinforces China's position as second place in world publications, with a total of 19.2% of publications (Figure 3), comprising 178 scientific articles in this field. It is important to further note that 5 of the top 10 research funding agencies are Chinese, which support a total of 12.8% of the AVs research (National Natural Science Foundation, 8.94%, Fundamental Research Funds for Central University, 62.0%, China Postdoctoral Science Foundation, 1.29%, Beijing Natural Science Foundation, 0.54%, and Chinese Academy of Sciences, 0.43%). This context is in line with the KPMG report (2018), where the Chinese market is regarded as the world's largest market in production and sales of the auto industry, with a strong focus on technology and innovation, backed by the "made in China 2025," which is designed to dominate 70% of the domestic market in strategic sectors by 2025 and aims to transform China into one of the world's largest technology and innovation powerhouses.

The US takes the first position in the KPMG report (2018) for advances in technologies, however, China is singled out in the report as the next world leader in AVs by 2025-2030. This country also has the second largest infrastructure of electric vehicle supply stations, which indicates increased interest in the new mobility technologies. Among the countries shown in Figure 3, only Taiwan and Italy are not among the top countries in the KPMG report (2018). The report also points out that the Netherlands and Singapore are the countries best prepared to receive AVs technology.

4.3 Main Research Areas

According to Figure 4, the main AVs research areas are Engineering, with 56.4% of the publications, corresponding to 523 scientific articles, Transportation, with 33.1%, a total of 307 scientific articles, and Computer Science, with 28.0%, a total of 260 articles published. It is important to note that any given article may be assigned to more than one area. The three most popular areas are development-related, which interestingly matches the development elements discussed earlier as the predecessor of the market research.

Figure 4 – Main Research Areas



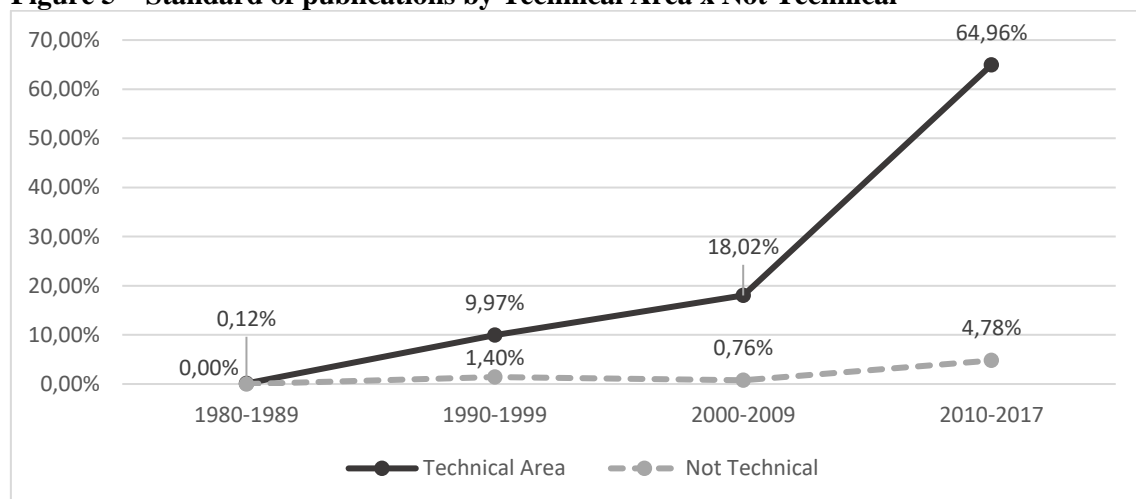
Source: Research Data.

It is visible that, although the first year of research publication was important for the development of each area, there was no visible relationship between the first year and the number of publications. This can be observed in the area of Transportation ($N = 307$) and Computer Science ($N = 260$), which began publishing in 1990, the same year as Business Economics ($N = 24$). However, the first two areas have advanced more than Business Economics. This is justified because the publications in the areas of engineering, transportation and computer science have focused on technology development, and not on market development. This can be associated with business economics, as was proposed with the framework of the Darpa Grand Challenge in 2004. These results, therefore, point

to the lack of association of the business areas the AVs, thus contributing to the need for further expansion of AVs studies within the business fields.

It is important to highlight that the technology development, in many cases, precedes the market development – as such, most of the research on AVs focuses on technological aspects (Cavazza et al., 2017). The development of the technology, thus, precedes the AVs market research. In Figure 5, research was divided into two groups: technical and non-technical. Technical areas were those directly related to the development of AVs technology. It is possible to see a substantial difference between the two groups - there is still technical dominance, a fact highlighted by the AV technology still being under development and not yet reaching the market.

Figure 5 – Standard of publications by Technical Area x Not Technical



Source: Research Data.

In view of the proposal of this study and for a better understanding of the AVs research, the next step is to present an integrative review of the Business, Economics and Management articles found here, a total of 14 articles, aiming to discuss the evolution of this area. This is a way of promoting a synthesis of contributions and research opportunities in this still expanding area (Gandia et al., 2017).

5. CONTENT ANALYSIS: REVEALING THE BUSINESS LITERATURE OF AVS TECHNOLOGY TO AVS MARKET

According to the proposal of this study and for a better understanding of the AVs research, in this stage the integrative review was made, in order to present in detail the contribution in the 14 articles of the Business, Economics and Management areas, and to

categorize them based on the identification of the strongest topics within the scope of the article. In this way, we seek to promote a synthesis of contributions and research opportunities in this still expanding area (Gandia et al., 2017). The analysis of the categorization of each article included in the integrative review was carried out in detail, considering subjects related to the research problem, objectives, comprehensiveness, methodological approach, main contributions, conclusions and recommendations.

It is important to note that the proposed categories followed the articles which had a greater affinity with a topic. However, these categories are complementary in research, especially as uncertainties still exist in some aspects of AVs (Cavazza et al., 2017), and that some of the reviewed research can step into more than one category. The categories obtained were: Transport Efficiency (three articles), Traffic Congestion (three articles), Energy and Sustainability (two articles), Services (five articles), and User Behaviour (one article). Table 1 shows the articles, the categories and their respective publication dates.

Table 1 – Categorized Papers in Chronological Order.

| Category | 1990 - 1999 | 2000 - 2009 | 2010 - 2017 |
|----------------------------------|--|---|---|
| Transport Efficiency | Chen and Ervin (1990) - efficiency and safety Lafortune, Sengupta, Kaufman and Smith (1993) – travel time | Mes, van der Heijden and van Harten (2007) – efficiency | (Not found) |
| Traffic Congestion | Khattak, Schofer and Koppelman (1993) - congestion | Malik and Baabiker (2010) - pricing and congestion | de Almeida Correia and van Arem (2016) - traffic delays and parking demand |
| Energy and Sustainability | Shladover (1993) - global warming | (Not found) | Wadud, MacKenzie and Leiby (2016) – energy and greenhouse gases emission |
| Services | (Not found) | (Not found) | Enoch (2015) - shared transport services Hensher (2017) – services in public transport Grewal, Roggeveen and Nordfalt (2017) – impact on retail Meyer, Becker, Bösch and Axhausen (2017) – urban accessibility Wadud (2017) – first adopters of full automation |
| User behaviour | (Not found) | (Not found) | Robertson, Meister, Vanlaar and Hing. (2017) - driving behaviour and new technologies |

Source: Research data.

The data previously analysed point to a growth in AVs research, albeit a small proportion in the area of Business, Economics and Management. It is important to point out that, along with the data shown in Figure 1, research on the delivery of services and vehicle

sharing is already being discussed, which highlights the importance of new research in this area. Also, the fact of some articles not being found across much of the period of analysis further support the paradigm shift under analysis. The discussion of each category is presented below.

5.1 Transport Efficiency

This category focuses on transport efficiency in relation to AVs technology. The first studies in this category, from the 1990s, point to the use of this intelligent system as the first automation tool in order to facilitate access, improve security and lower travel costs. Chen and Ervin (1990) point to the use of the IVHS systems for motorways in order to provide greater efficiency and safety of driving using information technology.

In another view of the use of intelligent vehicle systems, Lafortune et al. (1993) proposed that the reduction of travel time could be a solution to the more dense traffic problems in networks with multiple origins and destinations. The authors suggested that the creation of an intelligent traffic network would minimize the total travel time of all vehicles. In the same vein, Mes's, van der Heijden, and van Harten (2007) research used IVHS systems for scheduling vehicle routes and truck transportation requests. As the first automation tool, IVHS systems use information systems and contribute to increasing transport efficiency. The articles in this category refer to efficiency in relation to the intelligent systems of IVHS vehicles and road vehicle safety (Chen & Ervin, 1990), in minimizing travel times (Lafortune et al., 1993) and for the cost-efficiency of freight transport routes (Mes, van der Heijden & van Harten, 2007), inferring transport efficiency ratios as the first category.

5.2 Traffic Congestion

This category deals with aspects related to the behaviour of traffic users in relation to the use of intelligent systems and the occurrence of heavy traffic. This category associates the articles relating to the capacity to create and manage congestion generated by intelligent vehicle systems in order to meet the demand and monitor the relationship between demand and maintenance costs on highways and parking lots.

The Khattak, Schofer, and Koppelman (1993) survey uses the IVHS system for the behaviour of traffic users regarding detour and return routes in case of incident-induced congestion. In a different perspective, Malik and Baabiker (2010) used the intelligent IVHS system to develop a model for pricing congestion in the road network. Both articles point to the use of intelligent systems to handle congestion, but in an alternative route search (Khattak, Schofer & Koppelman, 1993) and minimization of occurrence by traffic pricing (Malik & Baabiker, 2010).

In a different approach, but within the scope of the category, the article by de Almeida Correia and van Arem (2016), proposed a method to study how the replacement of privately owned vehicles by autonomous versions could decrease the delays in the traffic and the parking demand in a city. By approaching the vehicle usage as service delivery, the authors concluded that vehicle automation could reduce transportation costs and improve travel efficiency, although a small increase of traffic could occur due to the relocation of empty vehicles. For the authors, it would be possible for a city to charge for all the parking lots on the street and create free central parking lots that will keep the total transportation costs equal or lower.

5.3 Energy and Sustainability

Research also addressed the sustainability aspect, particularly energy consumption, both of which were geared towards global warming issues. Shladover (1993), the first author to carry out this type of research, used the intelligent IVHS system in the supply and demand model of transportation to promote the efficiency and reduction of miles travelled by the vehicles, in order to reduce the impact of the transport sector to the global warming.

The paper by Wadud, MacKenzie and Leiby (2016) identified mechanisms by which automation can affect energy and travel demand and greenhouse gas emissions, causing changes in travel demand, vehicle design, vehicle operating profiles and fuel options. With a focus on consumption and travel-related energy emissions, the authors found that partial or total automation could plausibly reduce greenhouse gas emissions and energy consumption by almost half through changes in vehicle operations.

The articles present in this category show a relationship between vehicle projects or transport systems projects, which can be facilitated by the connectivity of vehicles in

automation and the reduction of consumption of energy sources, which would consecutively affect the environmental impacts (including the global warming).

5.4 Services

In this category, the articles were grouped according to their link with the use of AVs technology for the concept of terrestrial Mobility as a Service (MaaS). However, it is possible to notice that some articles go beyond the service topic.

The work of Enoch (2015) focused on the trends that can revolutionize land-based mobility in relation to traditional modes of transport, such as buses and taxis, to a modal convergence process for shared transport services. For the author, a possible outcome of this convergence would be the emergence of a single dominant passenger mode of a universally automated taxi system, a view of the domination model of shared transport services. In this sense, Meyer et al. (2017) presented the impact of the accessibility provided by the new forms of services offered by the technology of AVs, favouring urban expansion. Both studies corroborate with the change of positive perspective regarding the possible services to be offered by AVs.

Enoch (2015) is in line with the proposal of Hensher (2017), presenting different models of future contracts for bus services offered to users, and recognizing a multimodal state for MaaS. The author presents the possibility of conventional public transport services being replaced by MaaS plans, close to that proposed by Enoch (2015). Both plans could be applied to all existing modes and configurations of public transport, such as vehicle sharing.

Wadud (2017) identified which vehicle sectors were more likely to be the first adopters of full automation, using total cost of ownership analysis to compare the costs (and benefits) of automation in private vehicles. The author presents the possible first adopters of complete automation, focusing mainly on the commercial sectors as the largest beneficiaries. In the same perspective, focusing on commercial applications and decisions, Grewal, Roggeveen and Nordfalt (2017) studied the emerging areas that may affect future retail businesses (including AVs) which may affect the fields of technology and tools to facilitate decision-making, visual display and supply decisions, consumption and engagement, collection, use of data, analysis and profitability. The authors cite, among other technologies, the case of Amazon deliveries via drones, giving another character to mobility and accessibility, reinforcing the proposal for the initial adoption of the complete automation for the commercial sectors proposed by Wadud (2017).

Concluding, it is possible to see that the adoption of MaaS is one of the fundamental trends for AVs, also including vehicle sharing and other facilities for urban mobility (Hensher, 2017; Wadud, 2017; Grewal, Roggeveen & Nordfalt, 2017).

5.5 User Behavior

Finally, the article by Robertson et al. (2017) did not fit into any of the previous categories, but presents the user's relationship with technology and the mobility proposal, where the authors raise questions about public awareness, AVs limitations, and how road safety can be improved by focusing on the negligence between the behaviour of the driver and the use of new technologies. The research of Robertson et al. (2017) found that many drivers believed that they would not need to pay attention to the road environment when using AVs, and that some of them would modify their behaviour in ways detrimental to safety, pointing to negligent behaviour of users of the new technologies of the autonomous vehicles of the terrestrial mobility.

It is reasonable to assume that future research on user behaviour will be more focused, as the complete automation of the vehicles becomes increasingly offered as a service: the focus of attention here was centred in the users of technology and MaaS. Another important point, despite the work of Robertson et al. (2017) does not fall into the category of Services, the negligence of users in relation to safety standards against AVs suggests that fully automated and service-like mobility can overcome this negligence and cases of human failure while driving.

5.6 Gaps and Prospectives Studies

Suggestions for future research pointed out by the authors match the information priorly exposed. Suggestions for future research were found on (1) the changes in the transportation system with a focus on the modal convergence of a single transport system in a MaaS framework (Enoch, 2015); (2) the different technologies that are listed for the new markets and the facilities and consequences in the short and long term, including the possibilities of commercial access that AVs can provide (Grewal, Roggeveen & Nordfalt, 2017); (3) under what conditions users would not be willing to own a vehicle and would be prepared to offer their own vehicle for a vehicle sharing system in the style of Uber service (Hensher, 2017); (4)

the impact of AVs on accessibility in relation to users' behaviour (Meyer et al., 2017); (5) the usability of AVs for elderly and disabled, who may find benefits superior to the financial advantages of automation (Wadud, 2017); and (6) the implications of the presence of limited (non-autonomous) and fully automated vehicles on the roads in order to find a careful balance between incentives and controls to maximize safety (Robertson et al., 2017).

Table 2 synthesizes and categorizes the research gaps, helping to understand the tendency of studies focused on AVs as either service, like deliveries, and shared transport, and either in security, including behavioural issues and accessibility.

Table 2 – Overview of Gaps and Prospective Studies

| Authors | Gaps | Category |
|--|--|-----------------|
| Enoch (2015) | Modal convergence of a single transport system | Services |
| Grewal, Roggeveen and Nordfalt (2017) | New short-term and long-term delivery methods for commercial accessibility | |
| Hensher (2017) | Conditions of users willing to not own a vehicle and offer their own vehicle for sharing | |
| Meyer, Becker, Bösch and Axhausen (2017) | Impact of AVs on accessibility | |
| Wadud (2017) | AVs accessibility for the elderly and disabled | |
| Robertson, Meister, Vnlaar and Hing (2017) | Implications of non-autonomous and fully automated vehicles on roads | Safety |

Source: Research data.

Despite the focus of the research on the possible development of a market for AVs services and sharing, no studies have been found that focus on how this market paradigm change can occur. In spite of the imminent arrival of the technology, there are still no studies carried out on its market development and diffusion (Wadud, 2017). The potential scale and direction of the impacts of AVs arrival and terrestrial mobility are still uncertain, making it urgent to understand the factors that play into this new market (Guerra, 2016).

6. DISCUSSION OF TECHNOLOGY TO MARKET PARADIGM SHIFT

It is possible to connect the development of the themes presented in the articles and the descriptive analysis carried out initially. Despite the growth of AVs research (Figure 2), research in the area of Business, Economics and Management follows a pattern of research evolution from the technical to the market.

The studies of the first decade focused on topics such as transport efficiency (Chen & Ervin, 1990; Lafortune et. al., 1993), congestions (Khattak, Schofer & Koppelman, 1993),

and global warming (Shladover, 1993), all related to the use of IVHS intelligent systems. Some of these were re-written in the following decade in the studies on efficiency (Mes, van der Heijden & van Harten, 2007) and congestion pricing (Malik & Baabiker, 2010).

It is possible to verify that the studies listed in the period from 1990 to 2010 are mostly related to the environmental impact of transport and infrastructure issues caused by AVs technology. In more recent studies, although many studies still dwell on these aspects, other works were found to have different perspectives and are more focused on the behaviour of users of terrestrial mobility.

This change becomes apparent from the studies of Enoch (2015), which presents a view of the model of domination of shared transport services, and Hensher (2017), which presents new contract models for bus services in relation to users. Grewal, Roggeveen, and Nordfalt (2017) expose the impact of AVs, as well as other technologies in retail, citing mainly the case of Amazon deliveries via drones, giving another perspective to mobility and accessibility. Meyer et al. (2017) present the impact of the accessibility provided by the new forms of terrestrial mobility and AVs in relation to urban areas. These studies are in agreement with the one presented in Figure 2, where the technology allowed for the execution of the Tesla Autopilot (2014), and businesses such as the Autonomous Taxi Service of nuTonomy (2016), and the services provided by Volvo (2017) and GM (2017).

Wadud (2017), in turn, presents the actors who are likely to be the first adopters of full automation, focusing mainly on the commercial sectors as the largest beneficiaries. And finally, Robertson et al. (2017) study the behaviours of motorists in relation to the use of new technologies of the AVs, pointing out their negligent behaviours in relation to the facilities of the terrestrial mobility, being this a possible indication of the positive contribution of MaaS in traffic.

This can be seen in academic research, where from 1980 to 2017, only 6.94% of the research came from non-technical areas, while 93.1% from technical areas (Figure 5). It is also possible to highlight the strong growth after 2004, as a result of the Darpa Grand Challenge, which boosted the development of technology and, consequently, disseminated research in the area (Figure 2). Even with strong growth, with 4.78% of research done after 2010, there is still a technical predominance that involves the technology development. Thus, it is possible to see here a change in the environmental and structural characteristics of the initial research to a greater focus on mobility as behaviour of users of MaaS, in the case of vehicle sharing, accessibility provided by the

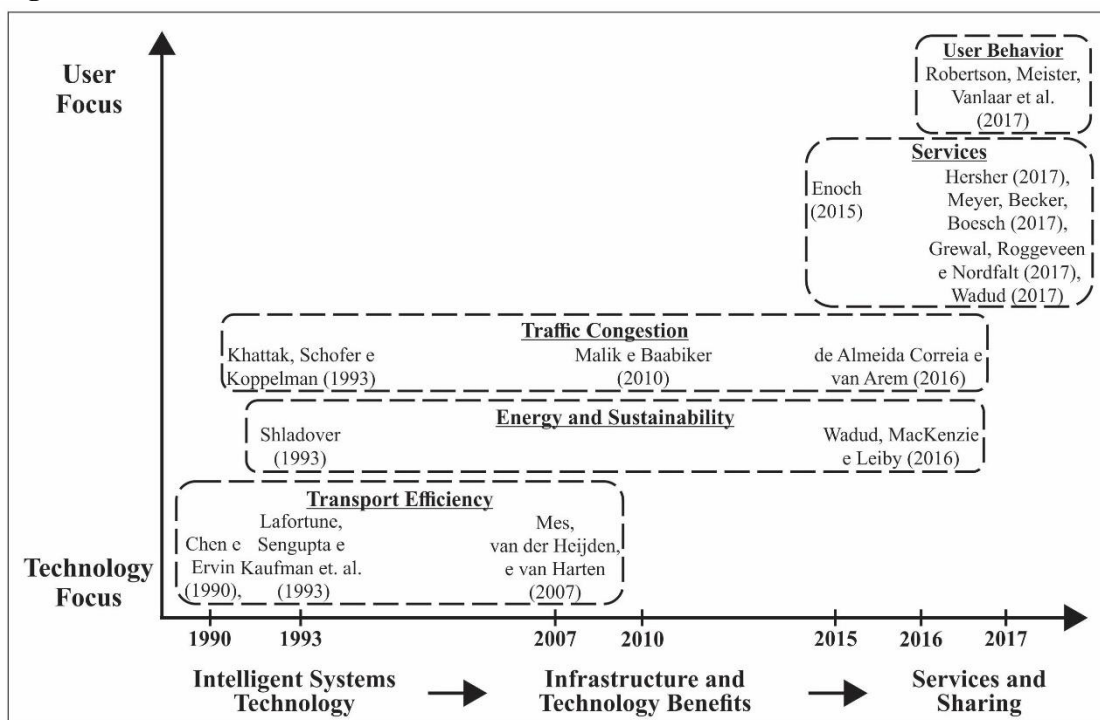
AVs and the mobility business model changing sectors of the economy and with a greater focus on the behaviour of users.

Below, Figure 6 shows the articles arranged by publication date and the relationship between the topics. It is possible to understand that the initial research had a greater focus on the use of technology, including the categories of Transport Efficiency and Energy and Sustainability. The research that contemplates the category of Traffic Congestion has a focus on the use of technology but seeks instead to understand the characteristics of users of this technology. This is what happened with the research of Grewal, Roggeveen and Nordfalt (2017) and Wadud (2017), which, though included in the Services category, also focused on both the technology and the user.

The other articles belonging to the Services category focus on users of the technology, for instance, the article by Robertson et al. (2017), aimed at User Behaviour of technology.

According to Figure 6, there is a change of perspective between the researches directed to the use of technologies for more recent research with a greater focus on the users of this technology. This shift points to the development of the terrestrial mobility market based on AVs technology as a service, in an evolution of the research to that point, but it lacks studies to understand the acceptance of this technology by the users.

Figure 6 – Theoretical Framework of the Evolution of Autonomous Vehicles Research



Source: Research data.

It is important to note that milestones such as the Toyota Parking System (2003) and the Darpa Grand Challenge (2004) may have been factors influencing the paradigm shift from the first to the second decade, from the technological development and efficiency to its benefits in the market. In the same way, the milestones such as the Start of the AV Project of Google (2009), the Tesla Autopilot (2014), and the Autonomous Taxi services of nuTonomy (2016), and the sharing of Volvo and GM vehicles (2017) may have influenced the constitution of the new research landscape focused on the type of use of this technology.

Thus, although research is currently being aimed towards market development, technology is still used as a precedent position. The paradigm presented in Figure 6, shows that the studies on the technology development precede the studies on the infrastructure and benefits derived from technology and, later, on the constitution of the market, here pointed to a market of AV services and sharing.

7. CONCLUDING REMARKS

This article aimed to understand the relationship between studies on AVs and terrestrial mobility, so that, as distinct concepts, they are related by their own developments. The AVs make up a research area that deals with the development of a completely new terrestrial mobility market, which includes multiple topics. This work aimed to identify the general landscape and main trends of analysis and studies on AVs and Terrestrial Mobility and to show that the interrelations between AVs and terrestrial mobility still constitute an uncertain and comprehensive field.

A bibliometric and systematic literature review on the contribution of AVs technology was presented. In this review, this study showed a panorama about the market development (KPMG, 2018) and detailed an evolution of the business research across five categories, with an important change from the technological research to the services research. This study contributed with the theoretical framework of the evolution of AVs research, showing the shift from technology to market paradigm in the AVs studies, and provides a background for future research as well as by the identification of research gaps. These gaps are pointed mostly in AVs services, however, it is important to understand that all categories of the evolution to the AVs technology have an important impact, individually or collectively, in different transportation modes and networks.

7.1 Theoretical and Practical Implications

The bibliometric analysis showed a strong diversity in the field of studies on AVs, with no established academic elite, as pointed out by Price's Elitism Law (1976). It was possible to identify a large dispersion of areas and research fields, with a strong focus of research on technical issues, such as Engineering, Computational and Transport, forming the technological foundations for the AVs developing market.

The integrative review outputted 5 main categories: (1) Transportation Efficiency, which corresponds to issues such as decreased travel time, and safety; (2) Traffic Congestion, e.g. with models for managing and prediction of the insertion of the AVs and the possibility of their increase due to empty vehicle trips; (3) Energy and Sustainability, with the use of intelligent systems to reduce greenhouse gases; and (4) Services, which apply the research that mobility as service being the trend of new markets, including for the first business adopters; and (5) User Behaviour, focused on the users' perceptions of AVs. Based on these categories, it was possible to frame the global overview of the AVs research trends and evolution, which has started on the development of technology and is now going towards the market and the users. Figure 6 points to this shift from the development of the technology to the mobility opportunities that technology provides.

Concerning practical implications, this study was also able to identify the countries that have the highest activity in the AV field: the US, China, South Korea, France and Spain, with 71.0% of academic production of the area. It is important to note the US as both the research and development leader of AVs technologies, and the emerging importance of the Chinese players, which include the largest producer and consumer markets of motor vehicles (KPMG, 2018).

According to Guerra (2016), the timing, scale and direction of the impacts of AVs and terrestrial mobility remain uncertain. As Table 2 was able to show, the tendency is to deepen the research regarding the arrival of technology and the constitution of MaaS, such as unique transportation system, vehicle sharing, urban and commercial accessibility. It is important to emphasize that this study shows the services sector as a future path for AV technology. This context allows for gauging the future trends of technology development and market penetration.

7.2 Limitations and further research

It is possible to understand that, although AV technology is not yet available in the market, the academic discussion works as a predecessor of its arrival into the market, which includes not only business models but also the acceptance and diffusion of this technology (Rogers, 1995). As such, the factors that impact the diffusion of this technology can be explored in future research. Between the point of creation and its arrival to the user (temporal distance) (Vieira et al., 2018), it would be important to understand the diffusion of the technology of the AVs and the development and acceptance of the market, factors that are determinant for the constitution of this new market and paradigm shift, from technology to market research, presented in the Integrative Review. It is also important to study the AVs market in the light of the current trend of automation and data exchange in manufacturing technologies of Industry 4.0 (Santos, Alberto, Lima & Charrua-Santos, 2018; Mendes, Siemon & Campos, 2017).

It is also suggested the study of the impact model of this proposed disruption, also between the point of creation of the technology and its arrival to the user, aiming at the development of possible scenarios that will drive this disruption. Another important point, this study focuses in a car technology and does not contemplate other transport modes. It is important to expand into other forms of transportation, and go as far as intermodal contexts, in both people carriers and cargo services (Goetz, Szyliowicz, Vowles & Taylor, 2007; Laaziz, 2017).

Finally, this study has one important limitation: only one database was used for data collection (Clarivate Analytics Web of Science). This implied a closed scope of research, hence, it is suggested to repeat the analysis using more databases to confirm and maybe even discover new results. It is also suggested, as an improvement to this study, to broaden the items used in the research suggestions, aiming to find out new research venues for Business, Economics and Management on AVs.

REFERENCES

- Ashby, A., Leat, M., & Hudson-Smith, M. (2012), "Making connections: a review of supply chain management and sustainability literature". *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol.17 No.5, pp. 497-516.
- Attias, D. (2017) *The Automobile Revolution: Towards a new electro-mobility paradigm*. Springer Nature, Switzerland.

- Bittar, M.; da Silva, M. R.; & Hayashi, M. C. P. I. (2011). Produção científica em dois periódicos da área de educação. Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior, 16(3), 655–674.
- Börner, K., Chen, C., & Boyack, K. W. (2003). Visualizing knowledge domains. *Annual Review of Information Science & Technology*, 37(1), 179–255.
- Bornmann, L., & Mutz, R. (2015). Growth rates of modern science: A bibliometric analysis based on the number of publications and cited references. *Journal of the Association for Information Science & Technology*, vol. 66, issue 11, 2215-2222.
- Bösch, P. M., Ciari, F., & Axhausen, K. W. (2016). Autonomous vehicle fleet sizes required to serve different levels of demand. *Transportation Research Record*, 2542, 111-119.
- Brown, A., Gonder, J., & Repac, B. (2014). An analysis of possible energy impacts of automated vehicles. In G. Meyer (Ed.), *Road vehicle automation* (pp. 137-153). Cham: Springer International Publishing, 2014.
- Cavazza, B. H., Gandia, R. M., Antonialli, F., Nicolai, I., Zambalde A., Sugano J. Y., & Miranda Neto, A. (2017). Management and Business of Autonomous Vehicles: A Systematic Integrative Bibliographic Review. *12th European Conference on Innovation and Entrepreneurship (ECIE 2017)*, Sep 2017, Paris, France. Proceedings of the 12th European Conference on Innovation and Entrepreneurship
- Chen, K., & Ervin, R. D. (1990). Intelligent Vehicle-Highway Systems – United States Activities and Policy Issues. *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 38, Ed. 4, p. 363-374.
- Chen, T.; & Lin, Y.-C. (2017). Feasibility evaluation and optimization of a smart manufacturing system based on 3d printing: a review. *International Journal of Intelligent Systems*, [s.l.], v.32, n.4, p.394-413.
- Cheng, C-H., Guelfirat, T., Messinger, C., Schmitt, J., Schnelte, M., & Weber, P. (2015). Semantic Degrees for Industrie 4.0: Deciding on the degree of semantic formalization to select appropriate technologies. In: ESEC/FSE Proceedings of the 10th Joint Meeting on Foundations of Software Engineering, Bergamo, Italy, 2015, Pages 1010-1013.
- de Almeida Correia, G. H. A., Milakis, D., Van Arem, B., Hoogendoorn, R. (2016). Vehicle automation and transport system performance. In: Bliemer, M.C.J., Mulley, C., Moutou, C.J. (Eds.), *Handbook of Transport and Urban Planning in the Developed World*. Edward Elgar, Cheltenham.
- de Almeida Correia, G. H., & van Arem, B. (2016). Solving the User Optimum Privately Owned Automated Vehicles Assignment Problem (UO-POAVAP): A model to explore the impacts of self-driving vehicles on urban mobility. *Transportation Research Part B-Methodological*, Vol. 87, p. 64-88.
- Engström, R. (2016). The roads' role in the freight transport system. *Transportation Research Procedia*, V. 14, 1443 – 1452.
- Enoch, M. P. (2015). How a rapid modal convergence into a universal automated taxi service could be the future for local passenger transport. *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol. 27, Ed. 8, p. 910-924.
- European Commission (2017). European urban mobility: policy context. *European Commission, Brussels*. Retrieved on Jun 20, 2018, available at: http://civitas.eu/sites/default/files/booklet_1_-_en.pdf
- Fagnant, D. J., & Kockelman, K. M. (2015). Preparing a nation for autonomous vehicles: Opportunities, barriers and policy recommendations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, 167e181.
- Fagnant, D., & Kocklman, K. M. (2014). The travel and environmental implications of shared autonomous vehicles, using agent-based model scenarios. *Transport. Res. Part C: Emerg. Technol.* 40, 1–13.

- Gandia, R. M., Antonialli, F., Cavaza, B. H., Miranda Neto, A., Lima, D. A., Sugano, J. Y., Zambalde, A. L., & Nicolai, I. (2017). Autonomous vehicles: Scientometric and bibliometric studies. In: *25th Gerpisa International Colloquium, 2017, Paris. R/Evolutions. New technologies and services in the automotive industry.*
- Gandia, R. M., Veroneze, R. B., Antonialli, F., Cavaza, B. H., Sugano, J. Y., Castro, C. C., Zambalde, A. L., Miranda Neto, A., & Nicolai, I. (2017). The quintuple helix model and the future of mobility: The case of autonomous vehicles. In: *25th Gerpisa International Colloquium, 2017, Paris. New technologies and services in the automotive industry.*
- Gandia, R. M.; Antonialli, F.; Cavazza, B. H.; Neto, A. M.; Lima, D. A.; Sugano, J. Y.; Nicolai, I.; & Zambalde, A. L. (2018): Autonomous vehicles: scientometric and bibliometric review, *Transport Reviews*.
- Gartner (2015). *Gartner's 2015 hype cycle for emerging technologies identifies the computing innovations that organizations should monitor.* Retrieved on Mar 15, 2018, available at: <<http://www.gartner.com/newsroom/id/3114217>>.
- Goetz, A.R.; Szyliowicz, J.S.; & Vowles, T.M.; & Taylor, G. S. (2007). Assessing intermodal transportation planning at state departments of transportation. *World Review of Intermodal Transportation Research*, Vol. 1, No. 2, pp.119–145.
- Grewal, D., Roggeveen, A. L., & Nordfalt, J. (2017). The Future of Retailing. *Journal of Retailing*, Vol. 93, Ed. 1, p. 1-6.
- Guerra, E. (2016). Planning for cars that drive themselves: Metropolitan Planning Organizations, regional transportation plans, and autonomous vehicles. *Journal of Planning Education and Research*, 36(2), 210-224.
- Hensher, A. D. (2017). Future bus transport contracts under a mobility as a service (MaaS) regime in the digital age: Are they likely to change? *Transportation Research Part A*, 98 (2017) 86–96.
- Khattak, A. J., Schofer, J. L., & Koppelman, F. S. (1993). Commuters Enroute Diversion and Return Decisions – Analysis and Implications of Advanced Traveler Information-Systems. *Transportation Research Part A-Policy and Practice*, Vol. 27, Ed. 2, p. 101-111.
- Kockelman, K. M., Loftus-Otway, L., Stewart, D., Nichol, A., Wagner, W., Li, J., Boyles, S., Levin, M., & Liu, J. (2016). Best practices guidebook for preparing Texas for connected and automated vehicles. Austin: *Center for Transportation Research*, University of Texas at Austin, October.
- KPMG (2018). Autonomous Vehicles Readiness Index: Assessing countries' openness and preparedness for autonomous vehicles. *KPMG International*. Retrieved on Jun 11, 2018, available at: <<https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/xx/pdf/2018/01/avri.pdf>>.
- Krueger, R., Rashidi, T. H., Rose, J. M. (2016). Preferences for shared autonomous vehicles. *Transport. Res. Part C: Emerg. Technol.* 69, 343–355.
- Laaziz, E. (2017). Intermodal transportation and CO2 emissions: a review, assessment and a case study. *World Review of Intermodal Transportation Research*, Vol. 6, No. 4, pp.273–290.
- Lafortune, S., Sengupta, R., & Kaufman, D. E., (1993). Dynamic System-Optimal Traffic Assignment Using a State-Space Model. *Transportation Research Part B-Methodological*, Vol. 27, Ed. 6, p. 451-472.
- Litman, T. (2015). Autonomous vehicle implementation predictions: Implications for Transport Planning. *Tech. rep. Victoria Transport Policy Institute*, December.
- Lutin, J. M., Kornhauser, A. L., & Lerner-Lam, E. (2013). The revolutionary development of self-driving vehicles and implications for the transportation engineering profession. *ITE Journal*, 83(7), 28-33.
- Malik, M. B., & Babiker, M. (2010). An Eco-Engineering Mathematical Model of the Traffic Congestion Fee. *Singapore Economic Review*, Vol. 55, Ed. 3, p. 575-58.

- Mayring, P. (2000), "Qualitative content analysis". *Forum Qualitative Sozialforschung*, Vol. 1 No. 2, pp. 1-10.
- Melis, A.; Mirri, S.; Prandi, C.; Prandini, M.; Salomoni, P.; & Callegati, F. (2016). CrowdSensing for smart mobility through a service-oriented architecture. Proceedings of the Smart Cities Conference (ISC2), 2016, *IEEE International*. Trento, Italy, 2.
- Mendes, C. R.; & Siemon, F. B.; Campos, M. M. (2017). Estudos de Caso da Indústria 4.0 aplicados em uma empresa automobilística. *POSGERE - Pós-graduação em revista*, v. 1 n. 4 (2017): Especial Automação e Controle de Processos.
- Mes, M., van der Heijden, M., & van Harten, A. (2007). Comparison of agent-based scheduling to look-ahead heuristics for real-time transportation problems. *European Journal of Operational Research*, Vol. 181, Ed. 1. p. 59-75.
- Meyer, J., Becker, H., Bösch, P. M., & Axhausen, K. W. (2017) Autonomous vehicles: The next jump in accessibilities? *Research in Transportation Economics* 62: 80-91.
- Mourence, R.; & Nelson, J. D. (2019). On the potential for one-way electric vehicle car-sharing in future mobility systems. *Transportation Research Part A*, V. 120, Pages 17-30. DOI: 10.1016/j.tra.2018.12.003.
- Pinto, C. F., Serra, F. R., & Ferreira, M. P. (2014). A bibliometric study on culture research in International Business. *BAR-Brazilian Administration Review*, 11(3), 340–363.
- Prado, J. W.; Alcântara, V. C.; Carvalho, F. M.; Vieira, K. C.; Machado, L. K.; Tonelli, D. F. (2016). Multivariate analysis of credit risk and bankruptcy research data: a bibliometric study involving different knowledge fields (1968-2014). *Scientometrics*, v. 106, ed. 3, p. 1007-1029.
- Price, D. J. S. O desenvolvimento da ciência. *Rio de Janeiro: LTC*, 1976.
- Robertson, R. A., Meister, S. R., Vanlaar, W. G. M., & Hing, M. M. (2017). Automated vehicles and behavioural adaptation in Canada. *Transportation Research Part A - Policy and Practice* 104: 50-57.
- SAE International (2016). Surface vehicle recommended practice: (R) Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles. USA. *SAE International*. Retrieved on Jun 20, 2018, available at: <https://www.sae.org/standards/content/j3016_201609/>.
- Santos, B. P.; Alberto, A.; Lima, T.D.F.M; & Charrua-Santos, F.M.B. (2018). Indústria 4.0: Desafios e Oportunidades. *Revista Produção e Desenvolvimento*, v.4, n.1, p.111-124.
- Seuring, S.; Gold, S. (2012). Conducting content-analysis based literature reviews in supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17, 5, 544 –555.
- Seuring, S.; Müller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 16, 1699–1710.
- Shladover, S. E. (1993). Potential Contributions of Intelligent Vehicle Highway Systems (IVHS) to Reducing Transportations Greenhouse Gas-Production. *Transportation Research Part A-Policy and Practice*, Vol. 27, Ed. 3, p. 207-216.
- Sternbeg, H. (2008). Transportation visibility and information sharing: a case study of actors' requirements. *World Review of Intermodal Transportation Research*, Vol. 2, No. 1.
- The Automated Driving Community (2018). Milestones: The AD Timeline. *The Automated Driving Community*, 2018. Access on nov 15, 2018. Retrieved on: <<https://2025ad.com/latest/milestones-the-ad-timeline/>>.
- Tsiulin, S.; Hilmola, O-P.; & Goryaev, N. (2017). Barriers towards development of urban consolidation centres and their implementation: literature review. *World Review of Intermodal Transportation Research*, Vol. 6, No. 3, pp.251–272.
- Tsugawa, S. (1980). Control of the Intelligent Car and its Computer-Simulation. *Journal of Mechanical Engineering Laboratory*, Vol. 34, Ed. 4, p. 153-164.

- Urbikain, G.; Alvarez, A.; López de Lacalle, L. N.; Arsuaga, M.; Alonso, M. A.; Veiga, F. (2016). A reliable turning process by the early use of a deep simulation model at several manufacturing stages. *Preprints*, [s.l.].
- Vieira, K. C.; Carvalho, E. G.; Sugano, J. Y.; Prado, J. W. (2018). The impact of network externalities on acceptance and use of an app of peer-to-peer platform: a study with Uber users. *Revista Gestão & Tecnologia*, Pedro Leopoldo, v.18, n. 3, p. 23-46, Ed. extraordinária.
- Wadud, Z. (2017). Fully automated vehicles: A cost of ownership analysis to inform early adoption. *Transportation Research Part a-Policy and Practice* 101: 163-176.
- Wadud, Z., Anable, J. (2016). Automated vehicles: Automatically low carbon? Low Carbon Vehicle Partnership and Institution of Mechanical Engineering. Retrieved Mar 15, 2018, available at: <<http://www.imeche.org/policy-and-press/reports/detail/automated-vehicles-automatically-low-carbon>>.
- Wadud, Z., Mackenzie, D. W., & Leiby, P. N. (2016). Help or hindrance? The travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles. *Transport. Res. Part A: Policy Pract.* 86, 1–18.
- Whitemore, R., & Knafl, K. (2005). The integrative review: updated methodology. *Journal of Adv. Nurs.* 52(5):546-53.
- Yap, M. D.; Gonçalo de Almdeida Correia, G.; van Arem, B. (2016). Preferences of travellers for using automated vehicles as last mile public transport of multimodal train trips. *Transportation Research Part A*, 94 (2016) 1–16.

ARTIGO II

FATORES PARA DIFUSÃO DA TECNOLOGIA DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS: UMA CONCILIAÇÃO DA LITERATURA COM O MODELO DE ROGERS (1995)

Autores:

João Paulo Nascimento da Silva, Kelly Carvalho Vieira,
Joel Yutaka Sugano, Gabriel Alexandre Lopes Pedrosa,
Cledison Carlos de Oliveira.

A primeira versão deste artigo foi publicada nos anais do XXI Seminários em Administração, SEMEAD, São Paulo, 2018.

Silva, J. P. N.; Vieira, K. C.; Sugano, J. Y.; Pedrosa, G. A. L.; Oliveira, C. C. **Fatores para Difusão de Veículos Autônomos e da Mobilidade Terrestre: Uma Revisão de Literatura.** Anais XXI Seminários em Administração, SEMEAD, São Paulo, 2018.

ARTIGO II

FATORES PARA DIFUSÃO DA TECNOLOGIA DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS: UMA CONCILIAÇÃO DA LITERATURA COM O MODELO DE ROGERS (1995)

João Paulo Nascimento da Silva¹, Kelly Carvalho Vieira¹,
Joel Yutaka Sugano¹, Gabriel Alexandre Lopes Pedrosa²,
Cledison Carlos de Oliveira¹

¹ Universidade Federal de Lavras, Lavras (UFLA)

² Universidade de Aveiro (PT)

RESUMO

Visto que a tecnologia dos Veículos Autônomos tem potencial de alterar os padrões existentes no mercado, este estudo aborda a difusão desta tecnologia, com intuito de entender os fatores que podem ocasionar uma maior taxa de adoção no mercado e a consequente difusão dessa tecnologia. Dessa forma, apresentam-se os fatores encontrados na literatura de Veículos Autônomos que se enquadram no modelo de Difusão de Tecnologias de Rogers (1995). É possível apontar a carência da literatura em estudos dessa temática e os pontos dispersos da literatura, não tendo ainda um campo com características definidas. Ao final do artigo apresentamos um framework teórico das características da literatura de Veículos Autônomos que se enquadram no modelo de Difusão de Tecnologias de Rogers (1995).

PALAVRAS-CHAVE: Difusão de Tecnologia, Veículos Autônomos, Mobilidade Terrestre.

ABSTRACT

The technology of the Autonomous Vehicles (AV) has a strong potential of changing the existing market paradigms and carry new challenges. This study addresses the diffusion of AV technology through an analysis using the Rogers' Innovations Diffusion model (1995) in order to better understand the factors that can trigger a higher adoption rate and increase diffusion. The results indicate that research on this topic is still scarce and strongly dispersed, thus not yet prepared to form the defining characteristics of the Innovations Diffusion model. In the end of this article a theoretical framework (and future research venues?) are offered.

KEYWORDS: Diffusion of Technology, Diffusion Factor, Autonomous Vehicles, Terrestrial Mobility.

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia aplicada na concepção dos Veículos Autônomos (VAs) e alteração dos padrões de comércio, serviço e modelos de negócios são oportunidades trazidas no contexto da mobilidade. Estas oportunidades tendem a uma reconstrução do padrão de mercado existente, apresentam caráter de disrupção no modelo de negócio vigente, tornando-se uma importante fonte de negócios futuros.

Os VAs são veículos motorizados que executam parte ou toda a tarefa de condução de forma autônoma, neste caso focado nos níveis 4 e 5 da Sociedade de Engenheiros de Automação (*SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS - SAE INTERNATIONAL*, 2018). Dentro deste contexto, tem-se chamado a atenção de como a automação completa do veículo pode melhorar desde os quesitos de segurança rodoviária até mesmo alterar a forma como as viagens são conduzidas (WADUD; MACKENZIE; LEIBY, 2016), de modo a afetar o consumo de energia (WADUD; ANABLE, 2016), e até mesmo mudar a forma de propriedade de veículos (produto), e a emergência de modelos compartilhamento e de serviços (KRUEGER; RASHIDI; ROSE, 2016).

Nesse sentido, Silva et al. (2019) apontam para a evolução das pesquisas sobre VAs, indicando que as pesquisas pioneiras sobre a temática têm-se relacionado com o desenvolvimento e uso de tecnologias. Atualmente, porém, o enfoque tem abordado o relacionamento dos usuários com a tecnologia e com a mobilidade como um serviço (*Mobility as a Service – MaaS*). Segundo os autores, há uma lacuna dos estudos entre a criação e a difusão da tecnologia de VAs no mercado, não tendo estudos que apontam como este fenômeno pode vir a ocorrer.

Segundo Vieira et al. (2018), este fenômeno social movimenta-se em torno de um modelo de negócio disruptivo, bem como embasado no compartilhamento da mobilidade urbana fundamentado na tecnologia, o que requer maiores pesquisas sobre a aceitação/adoção da tecnologia por parte dos usuários. Assim, visto que as barreiras tecnológicas são transpostas pelo desenvolvimento da própria tecnologia, e que barreiras legais são quebradas com base em regulamentações do mercado, Vieira et al. (2018) apresentam que há uma barreira social que precisa ser transposta para que uma tecnologia possa iniciar o efeito de rede e, consecutivamente, possa alcançar a adoção em massa.

Diante deste cenário é possível questionar o processo de difusão dos VAs, segundo o modelo de adoção proposto por Rogers (1995), modelo o qual busca

compreender as forças que permeiam a adoção de tecnologia, como um processo de redução de incertezas da tecnologia no mercado.

Entretanto, para entender como ocorre a difusão da tecnologia, bem como os fatores que predizem as decisões dos indivíduos sobre a adoção da tecnologia (VIEIRA et al., 2018), se faz necessário compreender quais as características facilitam a adoção dos VAs. Sendo assim, emerge a seguinte questão: com base no modelo de difusão de tecnologia de Rogers (1995), quais fatores presentes na literatura de VAs podem ser tomados como gatilhos para difusão da tecnologia de VAs?

Para responder a esse questionamento, o presente artigo tem como objetivo: desenvolver uma conciliação entre o Modelo de Difusão de Tecnologia de Rogers (1995) e a literatura sobre VAs para apontar os fatores que influenciam sua difusão. Como objetivos específicos tem-se: (i) evidenciar na literatura as características que influenciam a adoção e difusão das tecnologias de VAs e encaixar no modelo de Rogers (1995); e (ii) construir um framework teórico para entendimento do ambiente de inovação dos VAs.

Justifica-se essa pesquisa de forma que, apesar da iminente chegada da nova tecnologia ao mercado, segundo Wadud (2017), ainda não existem estudos referentes a difusão da mesma, o que torna esta pesquisa um fator este que pode ajudar a compreender propagação deste incipiente mercado.

Por fim, este trabalho segue dividido em 3 seções, no qual a próxima apresenta o referencial teórico a que este estudo se embasa, seguido pela metodologia aplica e a tentativa de conciliação entre o modelo de Rogers (1995) e a literatura sobre VAs, finalizando com as considerações do campo de pesquisa e sugestões para pesquisas futuras.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta os conceitos teóricos utilizados para elucidar o campo de pesquisas sobre a tecnologia de VAs e sobre o modelo de Difusão de Tecnologias apresentado por Rogers (1995).

2.1 Veículos Autônomos

O homem sempre foi direcionado como um fator chave na operação de um veículo automotor e, consecutivamente, do desenvolvimento da mobilidade como um todo (ROBERTSON; SHAWNA; WARD; HING, 2017). Porém, esse padrão pode ser alterado

com a disseminação dos VAs. Os VAs são veículos que não exigem nenhum tipo de controle do condutor (SAE INTERNATIONAL, 2016; FRAZZOLI; DAHLEH; FERON, 2002) e podem ser considerados uma mudança potencialmente destrutiva ao atual modelo de negócios de transporte (MUTZ et al., 2016; ATTIAS, 2016; SCHELLEKENS, 2015; SCHREURS; STEUWER, 2015), visto que a indústria automotiva passa por mudanças radicais e busca de se posicionar no novo modelo de mercado que está emergindo (ATTIAS; MIRA-BONNARDEL, 2016).

A SAE *Internacional* em parceria com especialistas em automóveis de todo o mundo, desenvolveram um sistema de classificação para definir a automação de direção para veículos automotores. A classificação proposta pela SAE *International* apresenta 6 níveis, desde o nível 0 (Zero), para veículos sem nenhuma automação; nível 1 com assistência ao motorista na aceleração, direção e desaceleração; nível 2 com automação parcial para aceleração, direção e desaceleração; nível 3 de automação condicional, com monitorando o ambiente de condução; até os níveis 4 (Quatro) e 5 (Cinco), de automação total da direção. No entanto, para este estudo, considerou-se somente os níveis de automação 4 e 5, que consistem em automação total do veículo, e que diferem entre si nas áreas de operação permitidas. Sobre esse último, enquanto os veículos de níveis 4 têm permissão para rodar em áreas limitadas, os veículos de nível 5 têm permissão para operação em todos os tipos de estradas.

Segundo a *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA, 2013), os veículos totalmente autônomos (conforme os níveis 4 e 5 da SAE *International*) prometem uma revolução na forma como a mobilidade é pensada. Já Meyer et al. (2017) destaca que os VAs não apenas revolucionarão o transporte, mas também mudarão drasticamente a forma urbana.

Embora o desenvolvimento de questões técnicas tenha seu lugar para consolidação da tecnologia, os vários aspectos não técnicos que devem ser destacados, como as possíveis implicações sociais do avanço desta tecnologia (SCHREURS; STEUWER, 2016). Lane e Potter (2007) dividiram os fatores capazes de afetar as decisões de compra de veículos em dois grupos de influência: situacional e psicológico. Para os autores, os fatores situacionais são mais objetivos e incluem a economia de veículos, o ambiente regulatório, o desempenho, a adequação de veículos e a infraestrutura existente, enquanto que os fatores psicológicos são mais difíceis de quantificar e podem incluir atitude, estilo de vida, personalidade e autoimagem para realização das compras. Segundo os autores, embora as compras de negócios (frota, caminhões de carga) enfatizem mais os fatores

situacionais, os fatores psicológicos como percepção de risco, cultura corporativa e imagem tem um papel a desempenhar nos casos da escolha social de compra ou uso dos meios (LANE; POTTER, 2007).

Para Attias (2016), a indústria entrou em uma nova era de negócios, onde a criação de valor depende inteiramente das relações dinâmicas em um ecossistema aberto de inovação. Nesse sentido, Gandia et al., (2017) destacam que, ao se considerar a rápida e constante mudança que ocorre na indústria e a inserção dos atores com poder para moldar a indústria automotiva, “ainda há uma série de barreiras legais, éticas, sociais, ambientais e de mercado a serem superadas” (GANDIA et al., 2017, p. 2), constituindo o ecossistema social dos VAs.

Nesse entendimento, o momento, escala e direção dos impactos dos VAs são incertos (GUERRA, 2016). Para tanto, compreende-se a importância do papel que a indústria de VAs desempenham, sobretudo na construção e transformação de diferentes cenários visando a transformação do mercado de mobilidade como um todo (GANDIA et al., 2017).

Diante do exposto, é perceptível que a disrupção do padrão atual de mercado abre oportunidade para construção de novos modelos de negócios para os VAs. Conforme apontado por Bergman, Schwanen e Sovacool (2017), outras importantes inovações acontecem no âmbito social e institucional, relacionando-se com as mudanças da concepção de produto para serviço.

Partindo dessa concepção para difusão e adoção da nova tecnologia e modelo de negócios, encontra-se o pressuposto de Bergman, Schwanen e Sovacool (2017, p. 165) de que “com muitas inovações potenciais e mudanças culturais, as visões sobre o futuro da mobilidade pessoal dependem muito de pressupostos normativos sobre a escolha modal”. No estudo dos autores, sobre as visões futuras para construção da mobilidade pessoal e dos comportamentos dos diferentes atores deste fenômeno, aponta-se para a literatura sobre a difusão da inovação inspirada em Rogers (1995). Desse modo, mesmo que a difusão da inovação de Rogers (1995) seja bem utilizada na literatura, ainda não há abordagem adequada da relação de complexidade existentes nas escolhas dos adotantes das inovações.

Segundo Wadud (2017), o pensamento sobre a difusão da inovação de Rogers (1995) aponta que os VAs estão no auge do *Gartner Hype Cycles* (GARTNER, 2015). O *Gartner Hype Cycles* oferece uma visão de como uma tecnologia evoluirá ao longo do tempo, de forma a explorar novas oportunidades (GARTNER, 2018). Dessa forma, para os VAs, o *Gartner Hype Cycles* indica uma intensa atenção da mídia e expectativa entre

os membros da sociedade quanto a utilização destes veículos, fator que corrobora com a necessidade de melhor entendermos a difusão deste fenômeno.

2.2 Modelo de Difusão da Tecnologia (Rogers, 1995)

Enoch (2015) discute a ocorrência de um ciclo tecnológico, apresentando a ideia de Dokko, Nigam e Rosenkopf (2012), no qual os padrões tecnológicos se caracterizam por períodos de múltiplos avanços incrementais e equilíbrio social que são quebrados pelas inovações tecnológicas raras e imprevisíveis, ou seja, radicais. Nesse sentido, Enoch (2015) apresenta um modelo de adoção da tecnologia dos VAs que consiste na condução da estrutura atual, ou tradicional, de trânsito passando para um recuo dos modelos tradicionais, até que sejam eclipsados por modelos intermediários e, em uma última etapa onde a convergência modal seria acelerada devido à chegada da tecnologia dos VAs. Apesar do modelo direcionar para uma evolução da tecnologia, o autor não caracterizou a etapa de “equilíbrio social” proposta por Dokko, Nigam e Rosenkopf (2012), que aqui compreende-se como a etapa de difusão e aceitação dessa tecnologia proposto por Rogers (1995).

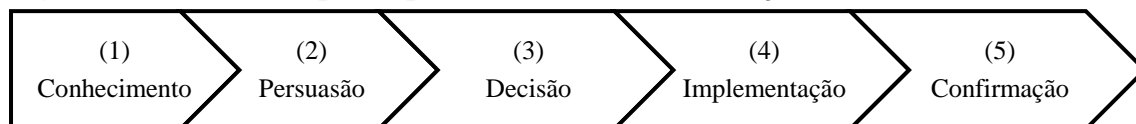
Rogers (1995) enfatiza que a difusão de uma inovação não é um processo certo, mas um processo de redução de incertezas. O autor aponta que quando indivíduos ou uma organização tomadora de decisão da inovação são motivados a buscar informações de forma a diminuir a incerteza relativa a inovação, averiguam até que ponto uma nova ideia é melhor do que uma prática existente. A partir dessas ponderações, o autor lança luz ao conceito de taxa de adoção, que consiste na velocidade relativa com a qual uma inovação é adotada por membros de um sistema social e que geralmente é medido como o número de indivíduos que adotam uma nova ideia em um período especificado.

Rogers (1995) aponta que, para que aja a adoção da inovação, é necessário entender a aceitação da tecnologia por parte dos usuários, de forma que se construam os elementos para tal adoção. Segundo o autor, todas as inovações passam por um processo de decisão, que pode partir do indivíduo ou de uma unidade de tomada de decisão, no qual as decisões passam pelo conhecimento de uma novidade, pela formação de uma atitude, pela escolha de adotar ou rejeitar uma decisão, pela implementação da nova ideia e pela confirmação desta decisão.

Nesse sentido, o autor descreve o processo de decisão de adoção da inovação conforme Figura 1, a adoção da inovação passa pelas etapas de: (1) conhecimento da

inovação, (2) formação de atitude favorável a inovação, (3) decisão de adotar ou rejeitar a inovação, (4) implementação da nova ideia, e (5) confirmação da decisão. Segundo o autor, este processo segue uma série de ações e escolhas para avaliação e decisão de adoção da inovação (ROGERS, 1995).

Figura 1 - Modelo de etapas no processo de decisão de inovação.

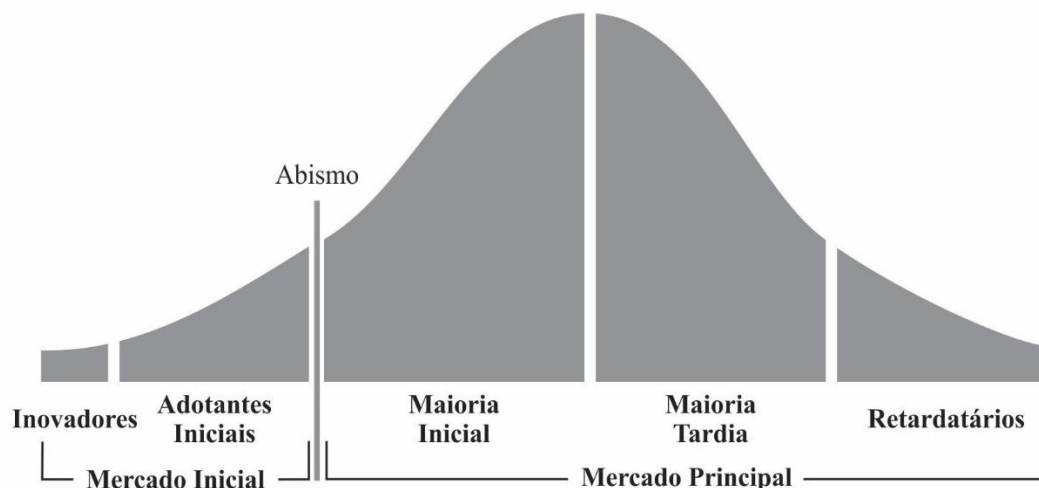


Fonte: Rogers (1995).

O autor aponta também que, a adoção da tecnologia acontece na tomada de decisão por parte do indivíduo ou da unidade tomadora de decisão, enquanto que a difusão da tecnologia é a aceitação social desta tecnologia (ROGERS, 1995). Para o autor, enquanto a difusão compreende a disseminação da nova tecnologia dentro do mercado, de modo a influenciar a decisão de indivíduos no meio social, a adoção ocorre de forma individual, partindo da decisão particular de adotar ou não a mesma, podendo ocorrer dentro do indivíduo e em qualquer momento da difusão.

Rogers (1995) levanta considerações quanto aos adotantes de uma inovação enquanto processo de difusão. O autor aponta que os Inovadores possuem uma obsessão pela tecnologia e pela experimentação da nova ideia, tendo o importante papel de lançar a ideia no sistema social; os Adotantes Iniciais tem o maior grau de liderança de opinião na maioria dos sistemas sociais, pois são considerados modelos sociais de uso da tecnologia; a Maioria Inicial pode deliberar por algum tempo antes de adotar completamente uma nova ideia e são importantes para reconhecer o crescimento do mercado; a Maioria Tardia pode adotar a tecnologia por necessidade econômica ou por resposta social, sendo que estes não adotam a nova tecnologia até que a maioria dos outros em seu sistema social o tenha feito; por último, os Retardatários são os últimos adotantes da inovação, tendo uma resistência a novos produtos (ROGERS, 1995).

Moore (2001) propõe o conceito de abismo, que é a passagem dos adotantes iniciais ao mercado principal, como um ponto crítico para difusão no mercado. Conforme Figura 2 é possível ver a disposição proposta para os adotantes da inovação.

Figura 2 – Curva de Adoção de Tecnologia

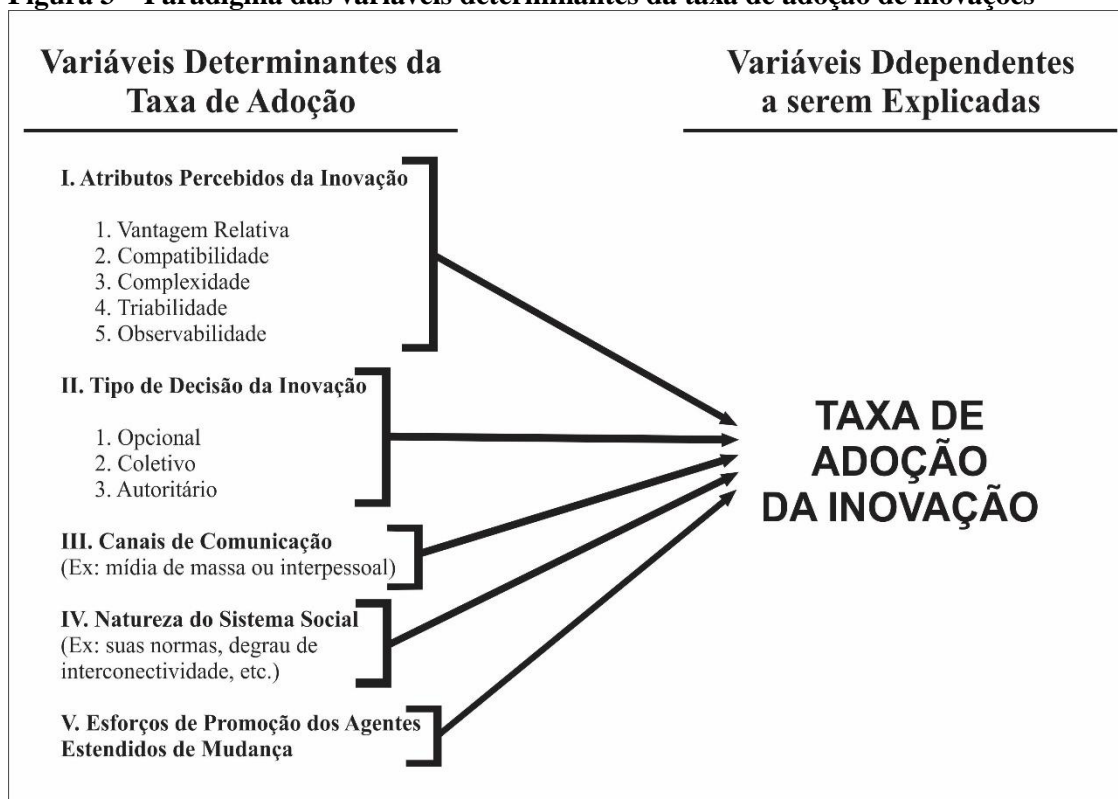
Fonte: Adaptado de Rogers (1995) e Moore (2001).

Nesse sentido, como a adoção vai partir de um momento de escolha do indivíduo pela aceitação da tecnologia, Rogers (1995) aponta para o modelo de difusão da tecnologia que, conforme Figura 3, é uma ferramenta para compreensão dos elementos, fatores e/ou características que proporcionam sua adoção. O modelo de Difusão de Tecnologias proposto por Rogers (1995, p. 5) aponta que “a difusão é o processo pelo qual uma inovação é comunicada através de certos canais ao longo do tempo entre os membros de um sistema social”, dessa forma, esse processo pode começar antes mesmo da existência da tecnologia no mercado, enquanto que a adoção só pode acontecer com a existência comercial da tecnologia.

Para ultrapassar essas etapas, Rogers (1995) estabelece as características das inovações que afetam sua taxa de difusão no mercado que, para Rogers (1995, p. 232) é a “velocidade relativa com a qual uma inovação é adotada por membros de um sistema social”.

O modelo proposto pelo autor aponta para as variáveis que determinam a taxa de adoção de inovações, fenômeno aqui estudado da adoção dos VAs. Dessa forma, Rogers (1995) descreve a Percepção dos Atributos da Inovação, onde são discutidas as Vantagens Relativas em relação a adoção a adoção da tecnologia, comparada com as atuais utilizadas no mercado; a Compatibilidade onde a inovação é percebida como consistente com os valores existentes, experiências passadas e necessidades de possíveis adotantes; a Complexidade de uso da mesma, que é o grau em que uma inovação é percebida como relativamente difícil de entender e usar; a Triabilidade que significa como a inovação pode ser experimentada, visto que as inovações que podem ser experimentadas geralmente serão adotadas mais rapidamente; e a Observabilidade onde o grau em que os resultados de uma inovação são visíveis para os outros.

Figura 3 – Paradigma das variáveis determinantes da taxa de adoção de inovações



Fonte: Rogers (1995)

Na análise de Rogers (1995), são consideradas ainda o Tipo de Decisão da Inovação, se a mesma é Opcional, Coletiva ou Autoritária (como forma mudança legal ou decisão organizacional), a influência dos Canais de Comunicação na adoção da inovação, a Natureza do Sistema Social, se mais ou menos propensa a inovação, e a Extensão dos Esforços de Promoção dos Agentes de Mudança, onde é a força de influência dos agentes promotores de mudança.

3. VEÍCULOS AUTÔNOMOS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIA: TENTATIVA DE CONCILIAÇÃO

Com o intuito de atingir o objetivo desse ensaio, desenvolveu-se, inicialmente uma revisão de escopo, conforme os modelos estabelecidos por Antunes, Souza e Castro (2018). A finalidade de se estabelecer essa revisão se dá na necessidade de se verificar o que se tem publicado na literatura sobre as características que podem configurar-se como gatilhos para adoção e difusão dos VAs. Desse modo, com base nos resultados dessa revisão é possível estabelecer a relação entre os VAs e o Modelo de Difusão Tecnológica.

Assim, a revisão de escopo permite que se mapeie os principais conceitos que estruturam a temática, bem como suas principais fontes e tipos de evidências, de modo que se possa examinar o alcance e a natureza da literatura e identificação de lacunas (ARKSEY; O'MALLEY, 2005). Para apresentação do mapeamento metodológico, optou-se por seguir os passos propostos por Arksey e O'malley (2005) conforme Figura 4.

Figura 4 – Etapas da Revisão de Escopo



Fonte: Arksey e O'malley (2005).

A etapa inicial refere-se a questão de pesquisa e concentrou-se na pergunta: com base no modelo de difusão de tecnologia de Rogers (1995), quais fatores presentes na literatura podem ser tomados como gatilho para difusão da tecnologia de VAs? Já na fase seguinte, estabeleceu-se como base de dados para pesquisa a *Clarivate Analytics Web of Science*, que pode ser compreendida como uma das bases mais completas e confiáveis quanto a organização da produção científica segundo padrões rígidos de seleção (PRADO et al., 2014).

A busca por artigos ocorreu pelo campo tópico, que contempla a busca dos termos presentes em títulos, resumo, palavras-chave de autor e *keyword plus*, dentro do período de 1945 a 2018, sem restrição de datas. A realização da busca ocorreu através dos termos que contemplassem o modelo de difusão de tecnologia proposto por Rogers (1995), cruzando dados com as pesquisas relacionadas a VAs e a Mobilidade Terrestre, conforme apresentado pela Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Tópicos de Busca.

| TÓPICO | TERMOS UTILIZADOS |
|---|---|
| Expressões referentes a temática do campo teórico (Modelo de Difusão de Tecnologia) | "Rogers" OR "diffusion of innovation*" OR "attribut* of innovation*" OR "perceived attribut*" OR "relative advantage*" OR "compatibility" OR "complexibilit*" OR "triabilit*" OR "observabilit*" OR "type* of innovation*" OR "innovation* decision*" OR "optimal* decision*" OR "colletive* decision*" OR "authorit* decision*" OR "communication* channel*" OR "mass media*" OR "interpersonal* media*" OR "social system*" OR "agent* promotion*" OR "promotion* effort*" OR "rate of adoption*" OR "adoption* of innovation*" |
| | AND |
| Expressões referentes ao objeto de estudo (Veículos Autônomos e a Mobilidade Terrestre) | "terrestrial mobilit*" OR "urban mobilit*" OR "mobilit* as a service" OR "air mobilit*" OR "Automated vehicle*" OR "Autonomous vehicle*" OR "Automated mobilit*" OR "autonomous mobilit*" OR "intelligent mobilit*" OR "intelligent vehicle*" OR "self-driving vehicle*" OR "self-driving mobilit*" OR "autonomous prototype*" OR "Automated prototype*" OR "Automated driving system" OR "future vehicle" OR "future mobilit*" OR "future transport*" OR "transport Evolution*" |

Fonte: Dados da Pesquisa.

Todas as pesquisas foram realizadas com intuito de ampliar a base de artigos, de forma que foi utilizado o caractere de truncagem (*), para abarcar os termos no plural, e entre aspas, de forma a que a pesquisa ofertasse o termo escolhido. Foram considerados apenas documentos em formato de artigo científico e em todos os anos disponíveis na base, o que acarretou no total de 56 artigos científicos, sendo que o primeiro artigo encontrado datava em 1984.

A terceira etapa, seleção, pautou-se na exclusão dos artigos com base em uma leitura prévia dos resumos, com a finalidade de selecionar apenas os artigos que fizessem parte do escopo da pesquisa, relacionados ao modelo de difusão da tecnologia de Rogers (1995) e a tecnologia de VAs, tendo 50 artigos sido excluídos e restando apenas 6 artigos dentro do escopo da pesquisa. Após uma análise aprofundada dos artigos, verificou-se que 4 deles também não faziam parte do escopo da pesquisa, pois apenas citavam e não utilizavam a difusão da tecnologia nas pesquisas, conseqüentemente, nesta etapa obteve-se um total de 2 artigos como objeto de estudo, um de 2013 e outro de 2017.

A quarta etapa foi marcada pela sintetização qualitativa dos artigos em uma planilha eletrônica do software Excel, de forma a organizar os dados referentes aos artigos, seus objetivos, resultados e possíveis lacunas, e também para verificar o possível escopo dentro da modelo de difusão de tecnologia. Por fim, a última etapa contempla a interpretação e análise dos dados. Conforme Tabela 2, é possível verificar uma síntese dos critérios utilizados:

Tabela 2 - Síntese dos critérios de busca

| | Sistematização da busca | Filtros |
|-------------------------------|---|---|
| Etapa 1 – Questão de Pesquisa | (a) Questão de Pesquisa | Quais as características apontadas na literatura podem facilitar a adoção da nova tecnologia de VAs e Mobilidade Terrestre? |
| Etapa 2 – Estudos Relevantes | (a) Base de Dados | <i>Web of Science</i> da <i>Thomson Reuters</i> |
| | (b) Campo de busca | Tópico (<i>topic</i>) |
| | (c) Tipo de documentos | Artigos (<i>article</i>) |
| | (d) Tempo estipulado | 1945-2018 |
| | (e) Data de realização da pesquisa | Junho e julho de 2018 |
| | (f) Resultado | 56 Artigos Científicos |
| Etapa 3 – Seleção | (a) Leitura Prévia | 6 Artigos Científicos |
| | (b) Leitura Aprofundada | 2 Artigos Científicos |
| Etapa 4 – Mapeamento | (a) Sintetização dos Artigos em Planilha Eletrônica | Objetivos, Resultados e Lacunas de Pesquisa. |
| Etapa 5 - Apresentação | Interpretação e Análise dos dados | |

Fonte: Dados da Pesquisa.

Com base nesta metodologia, é possível constatar que a literatura referente a difusão de tecnologia aplicada a VAs ainda é pouco explorada, não sendo o foco de nenhum dos artigos encontrados, onde os mesmos apenas apontam para características da difusão. Assim constatou-se que somente dois artigos fazem algum tipo de relação entre essas temáticas. Esses artigos são apresentados na Tabela 3 abaixo:

Tabela 3 – Artigos associados a VAs e difusão de tecnologias.

| Artigo | Autor | Ano | Fonte |
|---|--|------|--|
| Lessons from the spread of Bus Rapid Transit in Latin America | Mejía-Dugand, S.; Hjelm, O.; Baas, L.; Rios, R. A. | 2013 | Journal of Cleaner Production |
| Development and validation of a questionnaire to assess pedestrian receptivity toward fully autonomous vehicles | Deb, S.; Strawderman, L.; Carruth, D. W.; DuBien, J.; Smith, B.; Garrison, T. M. | 2017 | Transportation Research Part C-Emerging Technologies |

Fonte: Dados da Pesquisa.

Partindo dos objetivos e resultados das pesquisas, o artigo de Mejía-Dugand et al. (2013) visava apresentar pontos chave que estimulariam a disseminação de sistemas de transporte de ônibus rápidos na América Latina. Os autores concluíram ainda que, em relação à sustentabilidade e transformações urbanas, a mudança pode ser considerada radical não apenas nas melhorias na mobilidade e nos benefícios ambientais, mas também no papel que o transporte público tem alcançado em relação ao transporte privado, a adoção de novas formas e a aceitação e disseminação da ideia em diferentes cidades da América Latina.

Deb et al. (2017) buscaram entender a receptividade dos pedestres à tecnologia avançada de VAs e considerou importante entender essa receptividade para que as perspectivas dos pedestres também pudessem ser consideradas com melhorias tecnológicas. Os autores alcançaram resultados que revelaram que os homens e os jovens respondentes foram mais receptivos aos VAs, assim como as pessoas das áreas urbanas, com maior inovatividade pessoal e que demonstram comportamento positivo para a adição de VAs na melhoria da segurança geral do tráfego.

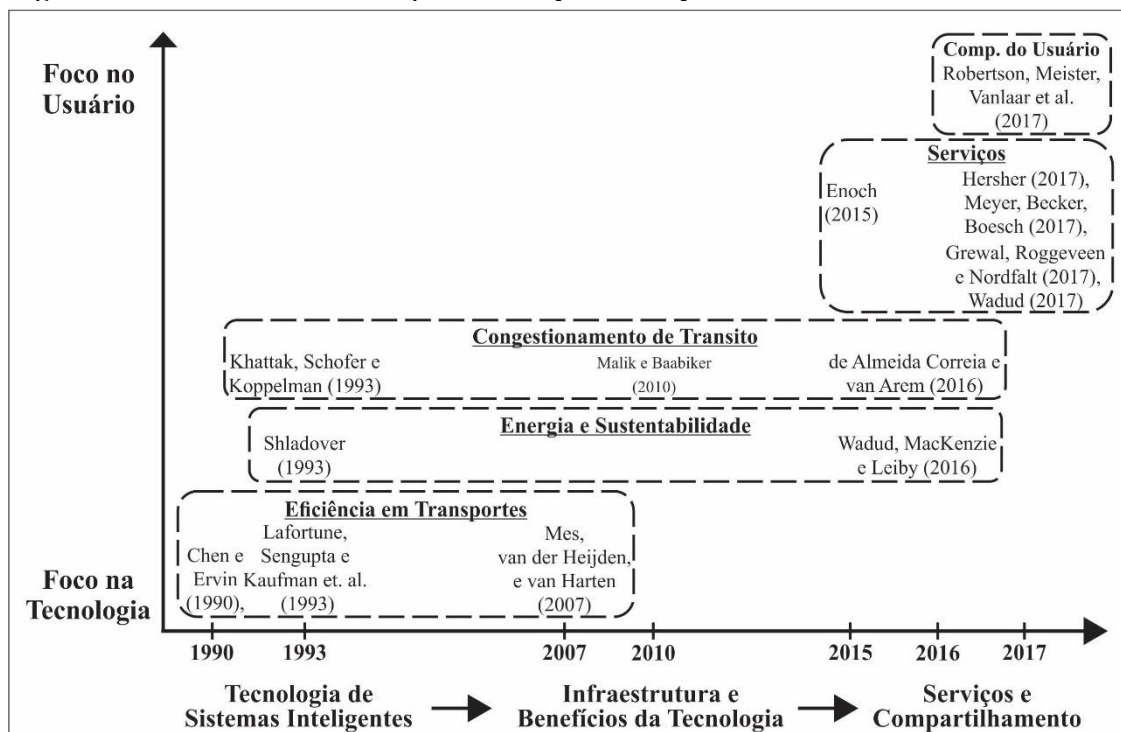
Apesar dos artigos apresentarem alguma forma de aceitação ou difusão de tecnologias dos VAs, o artigo de Mejía-Dugand, et al. (2013) fez uso de uma análise temporal da disseminação da tecnologia para compreender o funcionamento do sistema de ônibus rápidos e as diferentes barreiras, enquanto que Deb, et al. (2017) fizeram uso de um questionário para entender a atitude, normas sociais, confiança, compatibilidade e eficácia da tecnologia quando aplicada a um sistema funcional. Nenhum dos dois artigos aplicou completamente o modelo de Difusão da Tecnologia proposto por Rogers,

abrangendo apenas algumas das variáveis que o autor aponta. Dessa forma, entende-se que os estudos encontrados não satisfizeram as características do modelo de Rogers (1995), e se faz necessário maior discussão sobre esses aspectos.

Nesse sentido, Silva et al. (2019) inditificaram as categorias científicas em que as pesquisas sobre VAs são estudadas. Conforme Figura 5, os autores apresentaram uma evolução temporal das pesquisas. Em outras palavras, o foco inicial dos estudos sobre VAs se restringiram as categorias de Eficiências de Transportes e de Segurança; migraram para a ênfase em Energia e Sustentabilidade, Congestionamentos de Trânsito; e mais recentemente se direcionaram para Serviços (*Mobility as a Service*) e Comportamento dos Usuários.

O trabalho dos autores apresentou também panorama das pesquisas em relação a tecnologia dos VAs, sobretudo numa perspectiva histórica e categórica de pesquisa, e contemplou um aprofundamento nas pesquisas da área de *business*. O quadro apresentado pelos autores aponta para estudos iniciais a respeito da constituição da tecnologia e depois da chegada desta tecnologia ao mercado, sendo necessário aprofundar em como este fenômeno pode ocorrer, sendo esta a etapa da difusão da tecnologia (SILVA et al., 2019).

Figura 5 - Framework de Evolução do Campo de Pesquisas



Fonte: Silva et al. (2019)

Em corroboração com a presente pesquisa, os artigos encontrados até a segunda etapa deste estudo (56 publicações) se relacionavam as primeiras categorias apontadas

por Silva et al. (2019), porém os artigos selecionados para o escopo deste estudo estavam direcionados para as categorias de Serviços e Comportamentos dos Usuários.

Conforme apontado por Silva et al. (2019), é necessário entender como ocorre o fenômeno da difusão da tecnologia, de forma compreender como serão quebradas as barreiras entre a criação da tecnologia e sua chegada ao mercado. Para tanto, fez-se uso de um ensaio teórico, onde propomos uma revisão com intuito de conciliar o modelo de difusão da inovação de Rogers (1995) com as características dos VAs presentes na literatura.

Dessa forma, a seguir será apresentado uma discussão sobre a literatura sobre VAs com base no modelo de Difusão de Tecnologias, sem a intenção de esgotar as fontes, mas com intuito de prover uma discussão sobre os fatores que podem contribuir a difusão desta tecnologia no mercado. As categorias apresentadas a seguir são atribuídas ao modelo de Rogers (1995) e representam barreiras, técnicas ou não técnicas, para difusão da tecnologia. Após transposta cada uma dessas barreiras, a mesma se torna fator para a difusão da tecnologia.

3.1 Atributos Percebidos da Inovação

Rogers (1995) apontou que os Atributos Percebidos da Inovação, primeira categoria para difusão da tecnologia, são divididos em 5 subcategorias: Vantagem Relativa, Compatibilidade, Complexibilidade, Triabilidade e Observabilidade. Dessa forma, as subcategorias serão descritas nas etapas a seguir.

3.1.1 Vantagem Relativa

Segundo o autor, a (I.1) Vantagem Relativa seria o grau em que uma determinada inovação é percebida como sendo melhor que a ideia anterior e pode ser expresso em lucratividade econômica, baixo custo, diminuição do desconforto, economia de tempo e esforço, pode indicar o imediatismo da força de recompensa ou punição resultante da adoção de uma inovação, melhorias tecnológicas, status, vantagem relativa à como a inovação pode ser percebida pelos membros de um sistema social ou outras formas. Segundo o Rogers (1995, p. 215), “quando o preço de um novo produto diminui tão drasticamente durante o seu processo de difusão, uma rápida taxa de adoção é obviamente facilitada”. Segundo Fliegel e Kivlin (1966, apud ROGERS, 1995), as inovações que têm

significado econômico direto pelo responsável pela decisão de aceitação da mesma podem ser mais percebidas como recompensadoras se envolvendo menos risco e incerteza, fazendo com que sejam aceitas mais rapidamente.

Dessa forma, Rogers (1995) apresenta que vantagem relativa como o conteúdo das mensagens de rede sobre uma inovação, sendo esse o ponto central do processo de difusão e um dos melhores preditores da taxa de adoção de uma inovação. Nesse sentido, vários autores apontam para as vantagens que podem ser trazidas pelos VAs, como pelos exemplos de: (i) Fagnant e Kockelman (2015) e Litman (2015), em que apresentam a maior segurança em viagens proporcionada pelos VAs; (ii) Bösch, Ciari, e Axhausen (2016) que advogam que as viagens podem ser mais baratas em relação ao modelo tradicional; (iii) Wadud, MacKenzie e Leiby (2016), em que expõe que as viagens poderão ser mais rápidas; e (iv) demais autores como Fagnant e Kockelman (2015), Kockelman, et al. (2016) e Wadud, MacKenzie e Leiby (2016), em favor do conforto e sustentabilidade.

Anderson et al. (2014), Burns, Jordan e Scarborough (2013), Fagnant e Kockelman (2015) e Lutin, Kornhauser e Lerner-Lam (2013) apontam que a revolução causada pelos VAs vai criar opções de viagens de carro para crianças, idosos e deficientes, o que contribui para a construção das vantagens em relação aos modelos tradicionais.

Burns et al. (2013) apontam como vantagem o fato de o uso dos VAs poderem ser compartilhados e a possibilidade de redução do custo de propriedade de US\$ 1,60 por milha (unidade americana) para US\$ 0,50 por milha, o que representa uma melhoria de mais de 10 vezes em comparação a propriedade de veículos atual.

Dessa forma, a Vantagem Relativa é associada aos benefícios que a tecnologia dos VAs pode trazer em relação a atuais tecnologias existentes no mercado. Nesse sentido, cabe destacar que melhorias em quesitos de viagens, consumo, congestionamentos, assim como possíveis mudanças que a tecnologia pode ocasionar em infraestrutura ou sociais, desde que a mesma configure um ganho adicional da nova tecnologia.

3.1.2 Compatibilidade

Segundo o Rogers (1995), a Compatibilidade se refere ao grau em que a inovação é percebida como consistente em relação aos valores existentes, experiências passadas e necessidades de possíveis adotantes, de forma que uma ideia que é considerada mais compatível, também é menos incerta para o potencial adotante. Dessa forma o autor define que uma inovação pode ser compatível ou incompatível, primeiro com valores e

crenças socioculturais, de forma que este pode bloquear sua adoção; e segundo com ideias previamente introduzidas, como o caso de padrões prévios a as práticas anteriores que facilitaria sua realização ou diminuiria incertezas, de forma que quanto mais compatível for uma inovação, menos mudança ela representa; e terceiro, com as necessidades da inovação pelo cliente, de modo que o adotante tenha consciência e reconheça que precisa da inovação e das suas consequências, o que ocorre quando as necessidades sentidas são satisfeitas, gerando uma taxa mais rápida de adoção da mesma.

Nesse sentido, o fator Compatibilidade em relação aos valores dos usuários pode também ser um impulsionador da difusão dos VAs, de forma que, como McKinsey e Company (2016) apontam, a tecnologia de VAs está mudando rapidamente devido a preocupações com segurança no trânsito (FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; LITMAN, 2015) e redução de custos potenciais (BÖSCH; CIARI; AXHAUSEN, 2016), o que mostra que esse é uma preocupação do atual público consumidor. Lane e Potter (2007) apontam ainda que os fatores psicológicos que fazem parte da escolha em relação aos VAs são difíceis de quantificar, mas incluem atitude, estilo de vida, personalidade e autoimagem dos usuários da tecnologia como fatores determinantes da compra.

Dessa forma, mesmo que este ponto do modelo de difusão seja evidente em características da tecnologia que vão ao encontro de desejos e valores dos consumidores, estas também são possíveis barreiras da tecnologia. Aqui temos características como medo da nova tecnologia, negação de usuários ou possíveis desvios éticos da tecnologia, entre outros, que podem dificultar a coexistência das pessoas com a nova tecnologia. Como a tecnologia ainda é incipiente no mercado, faltam maiores dados para adequação dessa parte do modelo, mas é possível ver as pessoas como principal catalizador ou maior dificuldade da ascensão desta tecnologia.

3.1.3 Complexibilidade

Segundo apresentado por Rogers (1995), a Complexidade é o grau em que uma inovação é percebida como relativamente fácil ou difícil de entender e usar, de forma que as ideias podem ser classificadas no contínuo complexidade-simplicidade. O autor sugere que a complexidade de uma inovação, como percebida pelos membros de um sistema social, está negativamente relacionada à sua taxa de adoção, assim como sua facilidade a taxas positivas de adoção.

Dessa forma, é possível encontrar na literatura pontos que convergem para este entendimento, como o apontado por Lutin, Kornhauser e Lerner-Lam (2013), onde o autor afirma que como os VAs não exigem nenhum piloto, eles podem fornecer viagens também para pessoas que não podem dirigir, tais como idosos, crianças e adultos sem carteira de habilitação (ANDERSON ET AL., 2014; BURNS; JORDAN; SCARBOROUGH, 2013; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; LUTIN; KORNHAUSER; LERNER-LAM, 2013).

Segundo apontam Fagnant e Kockelman (2015), essa nova forma de mobilidade pode ser muito benéfica, de forma que a população americana envelhece cada vez mais, com mais 40 milhões de americanos acima de 65 anos e essa população demográfica crescendo 50% mais rapidamente do que a população total do país, o que facilitaria o transporte para esse público. Nesse sentido, os autores apontam que os VAs poderiam facilitar a independência pessoal, aumentar suas opções de mobilidade e a demanda por viagens de automóveis.

Visto pelo critério de facilidade, as possibilidades que a mobilidade causa para VAs proporciona um fator determinante, visto que o transporte de pessoas impossibilitadas de conduzir já não dependerá mais de um condutor ao volante, mas apenas do desejo de locomoção. Nesse sentido qualquer ferramenta advinda pela nova tecnologia que a torne, de certo modo, mais simplificada, pode convergir para uma taxa de adoção positiva, desde que vista pelos usuários como um facilitador de seu uso.

3.1.4 Triabilidade

De acordo com Rogers (1995), a Triabilidade é o grau em que uma inovação pode ser experimentada no plano de parcelamento. Geralmente esse parcelamento é adotado mais rapidamente do que inovações que não são divisíveis. Segundo o autor, uma inovação que é testável gera menos incerta para o adotante. Assim, a testabilidade de uma inovação, pode ser percebida pelos membros de um sistema social e está positivamente relacionada com à sua taxa de adoção. Rogers (1995) afirma ainda que os indivíduos mais inovadores não têm precedentes a seguir quando adotam uma determinada inovação, enquanto os adotantes posteriores são cercados por colegas que já a adotaram e que podem atuar na forma de julgamento psicológico ou vicário para os adotantes posteriores ou retardatários.

Nesse sentido, conforme aponta O'Brien (2012), quando ocorreu a lei da Califórnia de 2012 que permitiu o licenciamento de VAs, o fundador do Google, Sergey Brin, previu que os usuários de transporte americanos poderiam experimentar VAs dentro

de cinco anos. Esse aspecto pode ser entendido como um caso em que aponta para a experimentação predecessora da chegada dos VAs em massa ao mercado.

Fagnant e Kockelman (2015) apontam que fabricantes como Nissan e Volvo têm intenções de terem capacidades de condução autônoma comercialmente viável até 2020, o que segundo os autores, necessita de maior tempo para que os preços caiam e permitam massiva penetração no mercado. Assim, os VAs podem estar disponíveis no mercado entre 2022 ou 2025.

Nesse aspecto da difusão da tecnologia, Johnson (2015) aponta que os VAs e a mobilidade compartilhados podem fornecer uma porta para a experiência de viagem individual de carros particulares a preços baixos e sem o encargo financeiro referente as dificuldades da propriedade de carros particulares, causando maiores experiências aos usuários do que apenas a condução autônoma.

Outro aspecto relevante, Enoch (2015) propõe que os modelos tradicionais de transporte como carros, ônibus e táxis, devem convergir para modelos intermediários de transporte (centrados no compartilhamento), criando uma nova experiência ao usuário inicial e acelerando o esse processo de convergência modal.

Há muitas formas em que a tecnologia de VAs poderá propor experiências e testes para os usuários antes da total difusão da tecnologia, de forma a construir o mercado e ganhar a confiança dos usuários até sua total disseminação.

3.1.5 Observabilidade

A observabilidade é, segundo Rogers (1995), o grau em que os resultados de uma inovação são visíveis para os outros, de forma que os resultados de algumas ideias são facilmente observados e comunicados, enquanto algumas inovações são difíceis de descrever. Nesse sentido, o autor afirma que a observabilidade de uma inovação, como percebida pelos membros de um sistema social, está positivamente relacionada à sua taxa de adoção. De modo a exemplificar, Rogers (1995) afirma que:

A maioria das inovações estudadas em pesquisa de difusão são ideias tecnológicas. Uma tecnologia é um projeto de ação instrumental que reduz a incerteza nas relações de causa e efeito envolvidas na obtenção de um resultado desejado. Uma tecnologia tem dois componentes: (1) um aspecto de hardware que consiste na ferramenta que incorpora, a tecnologia como material ou objetos físicos e (2) um aspecto de software que consiste na base de informações para a ferramenta. Um exemplo, citado no Capítulo 1, é o hardware do computador (o equipamento) e o

software (os programas de computador). Normalmente, o componente de software de uma inovação tecnológica não é tão aparente para observação, portanto inovações nas quais o aspecto do software é dominante possuem menos observabilidade e geralmente têm taxas de adoção relativamente mais lentas (ROGERS, 1995, p. 232).

Neste sentido a difusão, a apresentação carro da Waymo em 2012, empresa irmã da Google, e as demonstrações do Uber para entrega de mercadorias usando caminhões totalmente automatizados apontados por Davies (2016) são um forte ponto para observabilidade das tecnologias. Outros fatores como os trabalhos de grupos de pesquisa apontados por Urmson (2015) que demonstram o desenvolvimento de protótipos, ou ainda o desafio DARPA Grand Challenge, lançado em 2004 com o objetivo de demonstrar a viabilidade técnica da tecnologia dos VAs, e segundo Fagnant e Kockelman (2015), impulsiona a visibilidade quanto a expansão dessa tecnologia.

Este ponto do modelo de difusão já é amplamente divulgado, de forma a mostrar os veículos e demonstrar seus benefícios ao mercado. Nesse sentido, é possível acreditar que divulgações mais amplas podem ocorrer, para pontuar os benefícios e vantagens em relação a atual tecnologia.

3.1.6 Tipo de Decisão da Inovação

Para Rogers (1995), o tipo de decisão de inovação tem relação com a taxa de adoção de uma inovação, onde o autor aponta que as inovações exigem uma decisão: (II.1) individual e Opcional, de forma que sejam adotadas mais rapidamente do que por meio de decisões em grupo; (II.2) Coletivo ou por meio de uma Organização, ou (II.3) Autoritário, como uma forma de normatização governamental. Rogers (1995) aponta ainda que quanto mais pessoas envolvidas no processo de tomada de decisão da adoção de uma inovação, mais lenta é sua taxa de adoção.

Mesmo ainda não existindo a comercialização em massa de VAs, autores como Wadud (2017) apontam que, apesar da atenção até o momento ser voltada para viagens de carros de passageiros, que é focada na decisão individual, os setores de frete e logística podem ser os primeiros a adotarem a automação completa, ou ainda em prestadores de serviços de mobilidade comercial, como Uber e Lyft, passando a decisão Coletiva ou Organizacional.

Lane e Potter (2007) reforçam que as compras de negócios (frota, caminhões de carga) enfatizam mais os fatores como economia logística, percepção de risco, cultura

corporativa e imagem da empresa, que reforça o pensamento coletivo da decisão, em diferentes visões e interesses da organização.

O'Brien (2012) aponta para a assinatura da lei da Califórnia de 2012 que permite o licenciamento de VAs permitindo a utilização e testes em relação a tecnologia de transporte, sendo este um possível indicativo da força autoritária de um governo em relação a difusão da tecnologia, de forma que a mesma mão que pode permitir os testes e sua utilização também é capaz de apoiar uma difusão mais completa da tecnologia, se a mesma se mostrar benéfica como um todo.

Esta etapa do modelo ainda é bastante nublada, de forma que ainda não está claro qual o modelo de negócios será adotado pela tecnologia de VAs, se o modelo de propriedade ou de utilização por serviços. Dessa forma, esta etapa ainda discute as possíveis faces de escolha da tecnologia, Opcional, Coletivo, ou as legislações que podem favorecer a chegada desta tecnologia no mercado, e não sua obrigatoriedade de uso.

3.1.7 Canais de Comunicação

Rogers (1995) aponta um canal de comunicação é o meio pelo qual uma mensagem chega de uma fonte a um receptor, sendo que os canais de comunicação utilizados para difundir uma inovação também influenciam sua taxa de adoção. Segundo o autor, as informações que criam consciência e conhecimento só podem ser ativamente buscadas por indivíduos depois que eles estão cientes de que a nova ideia existe, e quando eles sabem quais fontes ou canais podem fornecer informações sobre a inovação.

Segundo Rogers (1995), os canais desempenham papéis diferentes na criação de conhecimento ou na persuasão de indivíduos para mudar sua atitude em relação a uma inovação, além de serem diferentes para adotantes iniciais de novas ideias do que para adotantes posteriores.

Segundo Wadud (2017), os principais fabricantes de veículos já desenvolvem um programa de veículo automatizado, este fator por si já é bastante divulgado pela mídia, o que aponta para a construção da imagem dos VAs, o que, segundo Gartner (2015), os carros totalmente automatizados, sem motorista ou autônomos estão atualmente no auge do ciclo de tecnologia, o que indica uma intensa atenção da mídia em relação aos impactos e mudanças proporcionados por esta tecnologia e pelas expectativas dos membros do público. Como prova disso, a demonstração do carro autônomo da Waymo/Google em 2012, que foi amplamente divulgado pela mídia (GARTNER, 2015; DAVIES, 2016).

Davies (2016) aponta que notícias como a demonstração do Uber de entrega de mercadorias usando um caminhão totalmente automatizado em autoestradas e o carro autônomo da Waymo/Google (GARTNER, 2015; DAVIES, 2016), são uma grande fonte de informação para a mídia e para informação do público, o que amplia a divulgação e os canais de comunicação sobre a temática.

Com características próximas da Observabilidade, pois funcionam de forma a mostrar a tecnologia de VAs, os Canais de Comunicação focam nos veículos de mídia utilizados para divulgação da tecnologia e que possam influenciar a decisão de adoção da mesma, desde notícias até relatórios, como o Gartner (2015).

3.1.8 Natureza do Sistema Social

Quanto a natureza do sistema social, Rogers (1995) aponta que as normas do sistema e o grau em que a estrutura da rede de comunicação exibe um alto grau de interconectividade são especialmente importantes. Segundo o autor, há fatores que determinam a adoção da inovação dentro do Sistema Social, como a liderança de opinião, o grau em que um indivíduo é capaz de influenciar informalmente as atitudes de outros indivíduos ou o comportamento evidente de uma forma desejada com frequência relativa.

Rogers (1995) aponta que o coração do processo de difusão é a adoção pelos iniciais e a conseqüente imitação por adotantes em potencial. Segundo o Rogers (1995, p. 293) “ao decidir adotar ou não uma inovação, todos nós dependemos principalmente da experiência comunicada de outros que, como nós, já adotamos”, de forma que essas avaliações subjetivas fluem principalmente através de redes interpessoais, sendo importante compreender a natureza das redes para difusão de inovações.

Nesse aspecto, mesmo não havendo ainda uma forte comunicação por parte de lideranças de opinião quanto a difusão desta tecnologia, pode tomar como critério de liderança as forças técnicas que envolvem a construção dessa disrupção. Nesse sentido, pode-se tomar como liderança para difusão das tecnologias de VAs a própria elite acadêmica aqui citada na construção dessa temática, ou como apontado por Gleave, et al. (2016), a sinergia que ocorre nos EUA entre academia, organizações públicas, empresas automotivas e empresas de tecnologia para promoção e esforços de mudança.

Outro fator relevante e já citado no tópico de Vantagem Relativa, os benefícios apontados pelos autores com a chegada dos VAs são um grande impulsor da opinião pública em relação a mudança deste mercado. Muitos desses fatores são coniventes com

a mudança de paradigma social, como maior sustentabilidade dos veículos (FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; KOCKELMAN ET AL.; 2016; WADUD; MACKENZIE; LEIBY, 2016) ou das possibilidades de mobilidade para idosos, crianças ou deficientes (ANDERSON ET AL., 2014; BURNS ET AL., 2013; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; LUTIN; KORNHAUSER; LERNER-LAM, 2013).

Outro fator relevante, os fabricantes como Nissan e Volvo que possuem intenções de ter capacidades de condução autônoma comercialmente viáveis até 2020 (FAGNANT; KOCKELMAN, 2015), a apresentação do carro da Waymo/Google e as demonstrações do Uber para entrega de mercadorias usando caminhões totalmente automatizados (DAVIES, 2016), ou ainda o DARPA *Grand Challenge* como impulsor da tecnologia (FAGNANT; KOCKELMAN, 2015), todos como fatores que podem contribuir para construção do Sistema social em torno dos VAs.

Aqui as características que ligam a tecnologia ao Sistema Social, de modo a difundir a própria construção da tecnologia e sua visualização no mercado, podendo criar diferentes graus de comunicação e de experiências ao mercado. É importante que, até mesmo características que possam mudar socialmente o mercado devem ser consideradas, visto que contribuem para um novo sistema.

3.1.9 Esforços de Promoção dos Agentes Estendidos de Mudança

Por último, Rogers (1994) aponta que a taxa de adoção de uma inovação é afetada pela extensão dos esforços de promoção dos agentes de mudança. Segundo o autor, a maior resposta para o esforço de agente de mudança ocorre quando os líderes de opinião estão adotando a tecnologia.

Segundo Rogers (1995), um agente de mudança é um indivíduo capaz de influenciar as decisões de inovação dos clientes em uma direção considerada desejável de modo a assegurar a adoção de novas ideias. Segundo o autor, uma ampla variedade de ocupações se encaixa em nossa definição de agente de mudança: professores, consultores, profissionais da área, trabalhadores de desenvolvimento, vendedores e muitos outros, todos esses agentes trabalham de modo fornecem um elo de comunicação entre um sistema de recursos de algum tipo (comumente chamado de agência de mudança) e um sistema cliente. Para o autor dentre os papéis de um agente de mudança, o principal é “facilitar o fluxo de inovações de uma agência de mudança para um público de clientes. Mas para que esse tipo de comunicação seja

eficaz, as inovações devem ser selecionadas para atender às necessidades e problemas dos clientes” (ROGERS, 1995, p. 323).

Neste ponto, muitos esforços são feitos para divulgar a utilização dos VAs e seus benefícios, tanto por pessoas envolvidas em projetos, pelas próprias empresas ou acadêmicos que estudam o efeito dessa tecnologia no mercado. Lima (2015) e Guizzo (2011) apontam que avanços significativos estão sendo feitos dentro da academia, centros de pesquisa e universidades em todo o mundo para o desenvolvimento e entendimento dos efeitos da tecnologia dos VAs no mercado, em assuntos sobre mobilidade de tecnologia, interação veículo-infra-estrutura e gestão e questões relacionadas a negócios para consolidação de VAs, o que em si já gera um efeito de rede em relação a esforços de promoção.

Gleave et al. (2016) aponta que a posição dos EUA à frente desta tecnologia poderia ser explicada pela sinergia de partes interessadas como a academia, organizações públicas, empresas automotivas, empresas de tecnologia, etc., o que também gera esforços de promoção e mudança. Segundo o autor, nos EUA, as universidades estão contribuindo significativamente para o desenvolvimento da tecnologia, empresas como a Uber em parceria com instituições acadêmicas e startups também estão tendo um papel em imaginar as aplicações desses veículos.

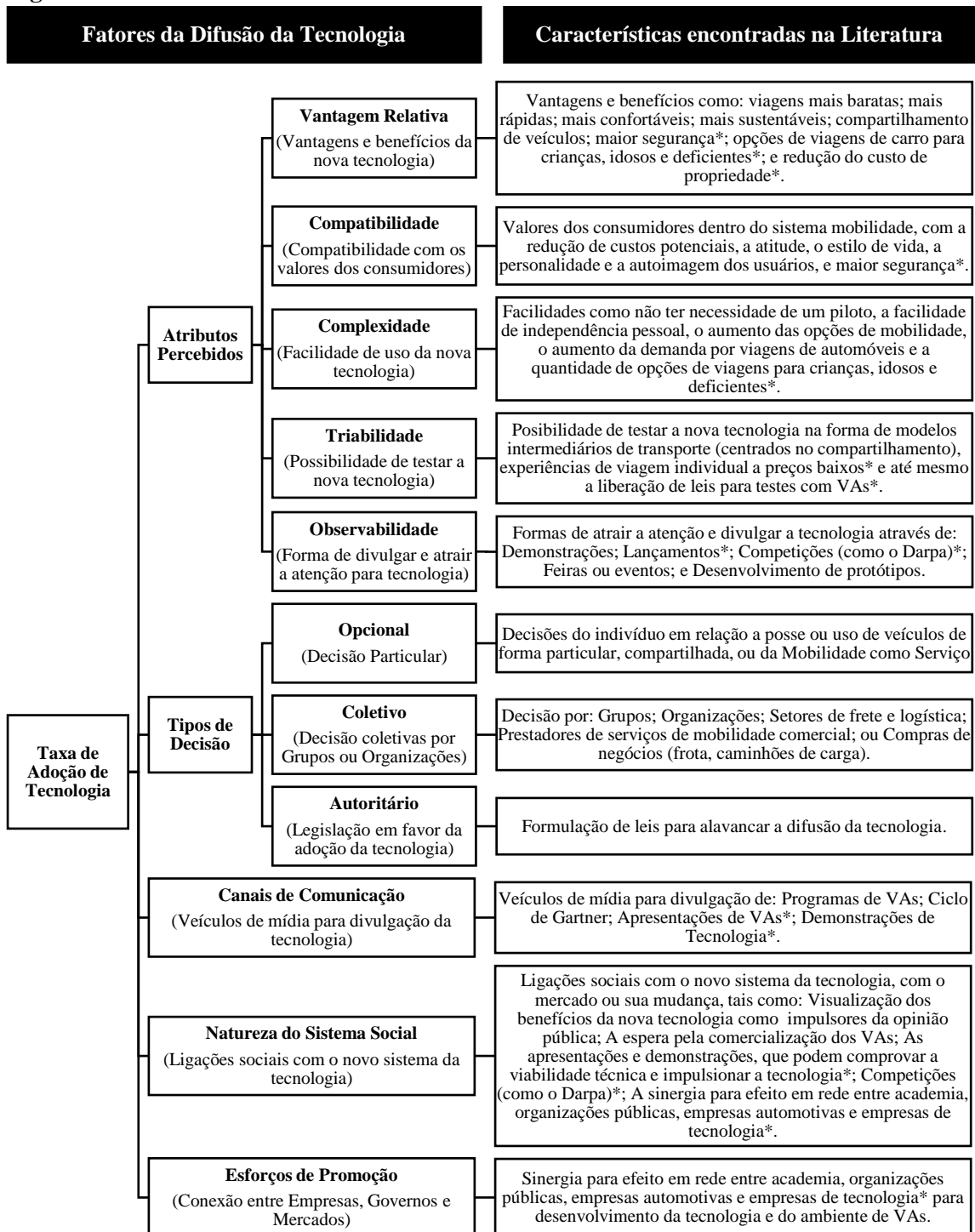
É importante destacar também o DARPA Grand Challenge, lançado em 2004 com o objetivo de demonstrar a viabilidade técnica da tecnologia dos VAs, e segundo Fagnant e Kockelman (2015), também tem potencial impulsionador as publicações norte-americanas e difundir o conceito dos VAs.

Este fator contemplou qualquer conexão entre instituições públicas ou privadas, sejam Empresas, Governos e Mercados, para construção da tecnologia e do ambiente de VAs. Aqui o DARPA teve um fator importante para junção de diferentes órgãos para fomentar a tecnologia, assim como possíveis constituições legais e de infraestrutura para recepção da tecnologia e que envolvam múltiplos agentes.

3.6 Resumo da Literatura e Variáveis Determinantes de Adoção de Tecnologia

Conforme características apontadas na literatura, é possível criar um framework das relações existentes entre as mesmas, de forma a afinar os padrões encontrados e as expectativas de fatores que influenciam a difusão desta tecnologia. A Figura 6 apresenta tais características.

Figura 6 – Características de Difusão de Veículos Autônomos na Literatura.



*Característica que aparece em dois ou mais fatores da Difusão da Tecnologia de VAs.

Fonte: Dados da Pesquisa.

É possível notar que algumas das características pertencem a dois ou mais Fatores da Difusão da Tecnologia (marcados com o *), o que entrelaça sua importância neste âmbito. Dentro das categorias, criadas com base no modelo de Rogers (1995), para os Atributos Percebidos da Inovação, foram encontrados os seguintes aspectos em relação a

Vantagem Relativa: lucratividade econômica, baixo custo, diminuição do desconforto, economia de tempo, economia de esforço, imediatismo da força de recompensa, melhorias tecnológicas. Nesta mesma categoria, os fatores de imediatismo da força de punição e status não foram encontrados na literatura.

Ainda dentro dos Atributos Percebidos da Inovação, os fatores de Compatibilidade, Complexidade, Triabilidade e Observabilidade, todos tiveram características encontradas dentro da literatura tal qual descritos pelo modelo de Rogers (1995).

Para os Tipos de Decisão, todos tiveram suas características apontadas pela literatura. No tipo de decisão Opcional, a maior atenção da literatura voltada aos carros de passeio (WADUD, 2017), mas na sua forma de escolha, como propriedade ou serviço; na atuação Coletiva de uso dos veículos, a adoção por setores de logística ou de prestação de serviços (WADUD, 2017); e no tipo de decisão Autoritário pode ser encontrado na formulação de leis que podem avançar a difusão da tecnologia ou retardar sua chegada.

No fator de Canais de Comunicação, foram encontrados pontos na literatura que apontam para atenção da mídia (GARTNER, 2015) e para a divulgação de veículos em das empresas Waymo/Google (GARTNER, 2015; DAVIES, 2016) e a demonstração do Uber de entrega de mercadorias usando um caminhão totalmente automatizado (DAVIES, 2016). Porém, apesar da literatura apontar para que este critério da difusão esteja sendo realizado, a literatura não aponta ferramentas que possam facilitar a difusão desta tecnologia, talvez por se tratar de uma tecnologia incipiente.

No fator Natureza do Sistema Social, são apresentadas as demonstrações dos veículos e seus benefícios, de forma a impulsionar a opinião pública em busca de uma aceitação futura da tecnologia. Porém, características como “Normas do sistema e o grau em que a estrutura da rede de comunicação”, “Liderança de opinião”, “Grau em que um indivíduo é capaz de influenciar informalmente as atitudes de outros indivíduos”, “Comportamento evidente de uma forma desejada com frequência relativa” e “Adoção pelos iniciais e a consequente imitação por adotantes em potencial” não foram encontradas de forma explícita na literatura.

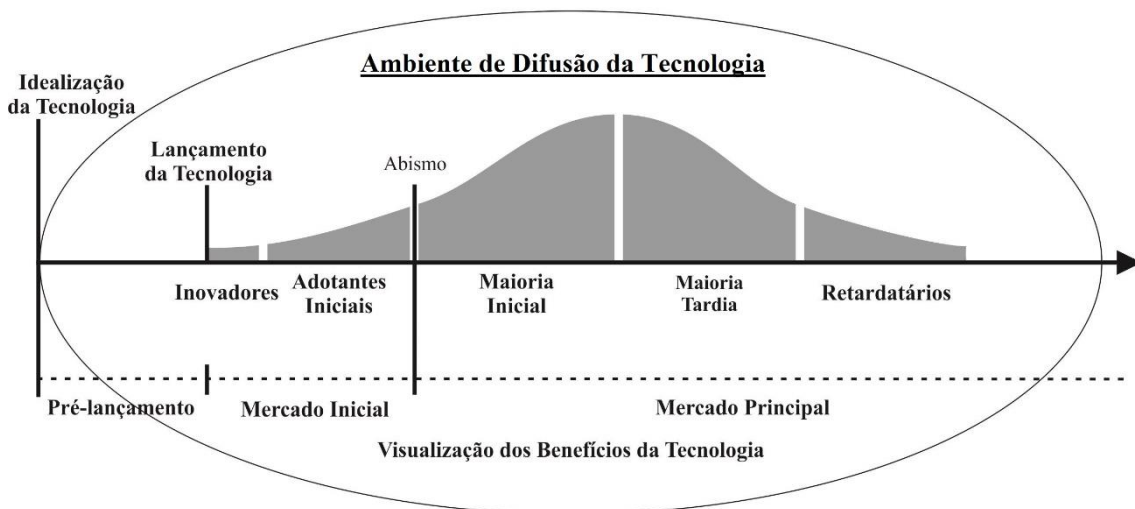
No fator de Esforços de Agentes de Promoção, pode se assumir a participação de universidades, organizações públicas, empresas automotivas e empresas de tecnologia que ocorre nos EUA para promoção e esforços de mudança, de forma a criar o efeito em rede. O desafio DARPA *Grand Challenge* também pode ser enquadrado nesta categoria,

pois ambos intentam para a influência das decisões de aceitação desta inovação, conforme proposta para este fator.

É possível verificar que, como ainda é um assunto pouco explorado na academia, muitas dos fatores descritos pelo modelo de Rogers (1995) ainda não estão claros na literatura. De forma que os estudos sobre a difusão desta tecnologia ainda carecem de maiores pesquisas e aprofundamentos, visto que é uma tecnologia entrante no mercado e que, pouco ainda se pode apresentar ao ambiente social para sua difusão ou aceitação.

É importante compreender que, muitas das características apontadas na literatura só serão possíveis de apreciação após o lançamento da tecnologia completa no mercado, porém muitas das mesmas já são possíveis desde o lançamento da ideia do projeto. Dessa forma, a difusão da tecnologia pensada como um “processo pelo qual uma inovação é comunicada através de certos canais ao longo do tempo entre os membros de um sistema social” (ROGERS, 1995, p. 5), ela pode ter o ambiente de difusão presente desde a idealização da tecnologia até os diferentes momentos de adoção por parte dos usuários. A Figura 7 ilustra a proposta de ambiente de difusão para a tecnologia de VAs.

Figura 7 – Ambiente de Difusão de Tecnologia.



Fonte: Proposta pelos autores.

Na figura o ambiente de difusão da tecnologia pode ser visualizado antes mesmo do lançamento da mesma, desde o momento em que ocorre a divulgação da ideia da tecnologia, como foi com o mercado de VAs. A visualização dos benefícios prossegue para os adotantes do mercado inicial e posteriormente o mercado principal, porém ocorre em todo o ambiente de difusão.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo visou entender e aprofundar a literatura em relação a adoção de tecnologia e os fatores que predizem a decisão de adoção para os VAs, de modo que foi possível apresentar algumas das características apontadas na literatura que podem se tornar um difusor desta tecnologia. Mesmo com a limitação de apenas uma base de busca, *Web of Science*, é possível auferir que os fatores discutidos na literatura são basicamente os mesmos e ainda trazem grande carga técnica, não se aproximando de fatores sociais de aceitação da mesma.

Dessa forma foi possível verificar que, assim como a Vantagem Relativa pode ser vista como um dos melhores preditores da taxa de adoção de uma inovação, também é uma das mais fáceis de se verificar nas possibilidades de difusão desta tecnologia (ROGERS, 1995), sendo mais facilmente observada na literatura. Traduzindo, estes aspectos de segurança, custos, facilidades, estilo de vida, etc., podem ser um catalizador para impulso dos VAs, graças a mudança de paradigma de qualidade de vida dos usuários.

Apesar da escassa informação sobre difusão da tecnologia de VAs, o que denota a importância e ineditismo deste estudo, foi possível compreender que, mesmo não havendo ainda uma literatura específica sobre a difusão da tecnologia dos VAs, há características que podem ser determinantes para adoção desta tecnologia e que podem ser aprofundadas em estudos futuros. Aqui, este estudo se limita pela falta de uma literatura específica para difusão da tecnologia de VAs e pela dificuldade de encontrar as características do modelo de difusão esparsas em textos não específicos sobre a temática.

Mesmo não exaurindo todas as possibilidades que a literatura oferece, o estudo aponta para uma importante lacuna a ser aprofundada: Devido ao fato de o mercado de tecnologia estar em constante mudança, um estudo empírico acerca de como ocorre o processo de difusão dos VAs pode ser um trabalho interessante, visto que poderia indicar se as discussões científicas apontam para a realidade que efetivamente está acontecendo no mercado. Vale ressaltar que, como o modelo de Rogers (1995) busca apresentar a difusão da tecnologia em um ambiente social, estes fatores podem mudar o grau de importância em diferentes momentos de adoção, o que ressalta a importância de se monitorar tais aspectos.

É importante também reaplicar o mesmo procedimento metodológico ampliando o objeto de pesquisa a outras bases de pesquisa, no sentido de entender e aprofundar sobre a literatura em relação a adoção da tecnologia. Dessa forma, os resultados destes trabalhos podem contribuir para elaboração de modelos de predição mais eficazes para o processo de adoção da tecnologia disruptiva dos VAs dentro da transformação do mercado de mobilidade.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, J. M.; KALRA, N.; STANLEY, K. D.; SORENSEN, P.; SAMARAS, C.; OLUWATOLA, O. A. *Autonomous vehicle technology - A guide for policymakers*. Santa Monica, California: **RAND Corporation**, 2014.

ANTUNES, L. G. R.; SOUZA, T. A.; CASTRO, C. C. Gestão de Redes de Empresas e Technology Roadmapping: possibilidades para uma abordagem estratégica. **RASI Revista de Administração, Sociedade e Inovação**, v. 4, n. 2, pp. 121-133, 2018.

ARKSEY H.; O'MALLEY, L. Scoping studies: towards a methodological framework. **International Journal of Social Research Methodology**, 8, 1–14, 2005.

ATTIAS, D. The Autonomous Car, a Disruptive Business Model? In: *The Automobile Revolution*. **Springer International Publishing**, pp. 99-113, 2016.

ATTIAS, D.; MIRA-BONNARDEL, S. Extending the Scope of Partnerships in the Automotive Industry Between Competition and Cooperation. In: Attias, D. (2016). *The Automobile Revolution: Towards a New Electro-Mobility Paradigm*. (1st ed.). Gewerbestrasse (Switzerland): **Springer International Publishing**, 2016.

BERGMAN, N.; SCHWANEN, T.; SOVACOOOL, B. K. Imagined people, behaviour and future mobility: Insights from visions of electric vehicles and car clubs in the United Kingdom. **Transport Policy**, 59, 165–173, 2017.

BÖSCH, P. M.; CIARI, F.; AXHAUSEN, K. W. Autonomous vehicle fleet sizes required to serve different levels of demand. **Transportation Research Record**, 2542, 111e119, 2016.

BURNS, L.; JORDAN, W.; SCARBOROUGH, B. *Transforming personal mobility*, Broadway NY: **Columbia University**, 2013.

DAVIES, A. Uber's Self-Driving Truck Makes Its First Delivery: 50000 Beers. **Wired**, 2016. Acesso em dez 20, disponível em: <<https://www.wired.com/2016/10/ubers-self-driving-truck-makes-first-delivery-50000-beers/>>.

DEB, S.; STRAWDERMAN, L.; CARRUTH, D. W.; DUBIEN, J.; SMITH, B.; GARRISON, T. M. **Development and validation of a questionnaire to assess pedestrian receptivity toward fully autonomous vehicles**. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, V. 84, Pages 178-195, 2017.

DOKKO, G.; NIGAM, A.; ROSENKOPF, L. Keeping Steady as She Goes: A Negotiated Order Perspective on Technological Evolution. **Organisation Studies**, 33 (5–6): 681–703, 2012.

ENOCH, M. P. How a rapid modal convergence into a universal automated taxi service could be the future for local passenger transport. **Technology Analysis & Strategic Management**, 27(8), 910-924, 2015.

FAGNANT, D. J.; KOCKELMAN, K. M. The travel and environmental implications of shared autonomous vehicles, using agent-based model scenarios. **Transportation Research C: Emerging Technologies**, 40, 1 e 13, 2014.

FAGNANT, D. J.; KOCKELMAN, K. M. Preparing a nation for autonomous vehicles: Opportunities, barriers and policy recommendations. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, 77, 167 e 181, 2015.

FRAZZOLI, E.; DAHLEH, M. A.; FERON, E. Real-time motion planning for agile autonomous vehicles. **Journal of Guidance, Control, and Dynamics**, 25(1), 116-129, 2002.

GANDIA, R. M.; VERONEZE, R. B.; ANTONIALLI, F.; CAVAZA, B. H.; SUGANO, J. Y.; CASTRO, C. C.; ZAMBALDE, A. L.; MIRANDA NETO, A.; NICOLAI, I. The quintuple helix model and the future of mobility: The case of autonomous vehicles. In: **25th Gerpisa International Colloquium**, 2017, Paris. R/Evolutions. New technologies and services in the automotive industry.

GARTNER. **Gartner's 2015 hype cycle for emerging technologies identifies the computing innovations that organizations should monitor**. 2015. Stamford Conn. Acesso em Jun, 2018, disponível em: <<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2015-08-18-gartners-2015-hype-cycle-for-emerging-technologies-identifies-the-computing-innovations-that-organizations-should-monitor>>.

GARTNER. **Gartner Hype Cycle**. USA. 2018. Acesso em Set, 2018, disponível em: <<http://www.gartner.com/newsroom/id/3114217>>.

GLEAVE, S. D.; FRISONI, R.; DALL'OGGIO, A.; NELSON, C., LONG, J.; VOLLATH, C.; RANGHETTI, D.; MCMINIMY, S. Research for TRAN Committee – Self-piloted cars: The future of road transport? Policy Department Structural and Cohesion Policies, directorate-general for internal policies, European Parliament's Committee on Transport and Tourism, Brussels, BE, 2016. Acesso em Jun, 2018, disponível em: <[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/573434/IPOL_STU\(2016\)573434_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/573434/IPOL_STU(2016)573434_EN.pdf)>.

GUERRA, E. Planning for cars that drive themselves: Metropolitan Planning Organizations, regional transportation plans, and autonomous vehicles. **Journal of Planning Education and Research**, 36(2), 210-224, 2016.

GUIZZO, E. How google's self-driving car works. **IEEE Spectrum Online**. 2011. Acesso em Jun, 2018, disponível em: <<https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/artificial-intelligence/how-google-self-driving-car-works>>.

JOHNSON, B. Disruptive mobility. **Research report**, Barclays, 2015.

KOCKELMAN, K. M.; LOFTUS-OTWAY, L.; STEWART, D.; NICHOLS, A.; WAGNER, W.; LI, J.; BOYLES, S.; LEVIN, M.; LIU, J.; PERRINE, K.; KILGORE, S.; GURUMURTHY, K. M. Best practices guidebook for preparing Texas for connected and automated vehicles. **Center for Transportation Research**, University of Texas at Austin, 2016. Acesso em Jun, 2018, disponível em: <<https://sboyles.github.io/research/2017avbestpractices.pdf>>.

KRUEGER, R.; RASHIDI, T.H.; ROSE, J. M. Preferences for shared autonomous vehicles. **Transport. Res. Part C: Emerg. Technol.** 69, 343–355, 2016.

LANE, B.; POTTER, S. The adoption of cleaner vehicles in the UK: exploring the consumer attitude–action gap. **J. Clean. Prod.** 15, 1085–1092, 2007.

LIMA, D. A. Sensor-based navigation applied to intelligent electric vehicles. **Doctoral thesis, Université De Technologie De Compiègne**, Compiègne, France, 2015.

LITMAN, T. Autonomous vehicle implementation predictions: Implications for Transport Planning. **Tech. rep. Victoria Transport Policy Institute**, December, 2015.

LITMAN, T. A. Autonomous vehicle implementation predictions: Implications for Transport Planning. **Victoria Transport Policy Institute**. 2018. Acesso em Jun, 2018, disponível em: <<https://www.vtpi.org/avip.pdf>>.

LUTIN, J. M.; KORNHAUSER, A. L.; LERNER-LAM, E. The revolutionary development of self-driving vehicles and implications for the transportation engineering profession. **ITE Journal**, 83(7), 28 e 33, 2013.

MCKINSEY & COMPANY. An integrated perspective on the future of mobility. United Kingdom, UK, 2016. Acesso em Jun, 2018, disponível em: <<https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability-and-resource-productivity/our-insights/an-integrated-perspective-on-the-future-of-mobility>>.

MEJÍA-DUGAND, S., HJELMA, O., BAASA, L., & RÍOSB, R.A. (2013). Lessons from the spread of Bus Rapid Transit in Latin America. **Journal of Cleaner Production**, Vol. 50, 1, P. 82-90.

MEYER, J.; BECKER, H.; BÖSCH, P. M.; AXHAUSEN, K. W. Autonomous vehicles: The next jump in accessibilities? **Research in Transportation Economics**, 62: 80-91, 2017.

MOORE, G. A. Crossing the Chasm: Marketing and Selling High-Tech Products to Mainstream Customers. **Perfectbound**, Revised Edition, 2001.

MUTZ, F.; VERONESE, L. P.; OLIVEIRA-SANTOS, T.; DE AGUIAR, E.; CHEEIN, F. A. A.; DE SOUZA, A. F. Large-scale mapping in complex field scenarios using an autonomous car. **Expert Systems with Applications**, 46, 439-462, 2016.

NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION (NHTSA). **U.S. Department of transportation releases policy on automated vehicle development**. 2013. Acesso em Jun, 2018, disponível em: <<https://www.transportation.gov/briefing-room/us-department-transportation-releases-policy-automated-vehicle-development>>.

O'BRIEN, C. **Sergey Brin Hopes People will be Driving Google Robot Cars in Several Years**. Silicon Beat. 2012. Acesso em Jun, 2018, disponível em: <<http://www.siliconbeat.com/2012/09/25/sergey-brin-hopes-people-will-be-driving-google-robot-cars-in-several-years/>>.

PRADO, J. W.; DE CASTRO ALCÂNTARA, V.; DE MELO CARVALHO, F.; VIEIRA, K. C.; MACHADO, L. K. C.; TONELLI, D. F. Multivariate analysis of credit risk and bankruptcy research data: a bibliometric study involving different knowledge fields (1968–2014). **Scientometrics**, 106(3), 1007-1029, 2016.

ROBERTSON, R. A.; SHAWNA R. M.; WARD G. M. V.; HING, M. M. Automated vehicles and behavioural adaptation in Canada. **Transportation Research Part a-Policy and Practice**, 104: 50-57, 2017.

ROGERS, E.M. Diffusion of innovations. 4th ed., **New York: Free Press**, 1995.

SAE INTERNATIONAL. **Surface vehicle recommended practice: (R) Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles**. USA, 2018. Acesso em Jun, 2018, disponível em: <https://www.sae.org/standards/content/j3016_201806/>.

SAE INTERNATIONAL. **Levels of Automation**. USA, 2018. Acesso em Set, 2018, disponível em: <<https://autoalliance.org/wp-content/uploads/2017/07/Automated-Vehicles-Levels-of-Automation.pdf>>.

SAE INTERNATIONAL. **Surface vehicle recommended practice: (R) Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles**. USA, 2016. Acesso em Jun, 2018, disponível em: <https://www.sae.org/standards/content/j3016_201609/>.

SCHELLEKENS, M. Self-driving cars and the chilling effect of liability law. **Computer Law & Security Review**, 31(4), 506-517, 2015.

SCHREURS, M. A.; STEUWER, S. D. Autonomous Driving – Political, Legal, Social, and Sustainability Dimensions. In: MAURER, M., GERDES, J.C., LENZ, B., WINNER, H. (Eds.). *Autonomous Driving: technical, legal and social aspects*. Berlin: Springer. pp. 149–171, 2015.

SILVA, J. P. N.; GANDIA, R. M.; OLIVEIRA, C. C.; ANTONIALI, F.; CAVAZA, B. H.; SUGANO, J. Y. Autonomous Vehicles and the future of terrestrial mobility: a bibliometric and systematic study. In: **26th International Colloquium of Gerpisa**, 2018, São Paulo. Who drives the change? New and traditional players in the global automotive sector.

URMSON, C. **The view from the front seat of the Google Self-Driving Car**. Medium. 2015. Acesso em Jun, 2018, disponível em: <https://medium.com/@chris_urmson/the-view-from-the-front-seat-of-the-google-self-driving-car-a-new-chapter-7060e89cb65f>.

VIEIRA, K. C.; CARVALHO, E. G.; SUGANO, J. Y.; PRADO, J. W. The impact of network externalities on acceptance and use of an app of peer-to-peer platform: a study with Uber users. **Revista de Gestão em Tecnologia**, v.18, n. 3, p. 23-46, Ed. Extraordinária, 2018.

WADUD, Z. Fully automated vehicles: A cost of ownership analysis to inform early adoption. **Transportation Research Part a-Policy and Practice**, 101: 163-176, 2017.

WADUD, Z.; ANABLE, J. Automated vehicles: Automatically low carbon? **Low Carbon Vehicle Partnership and Institution of Mechanical Engineering. Institute of Mechanical Engineers**. 2016. Acesso em Jun, 2018, disponível em: <<https://www.lowcvp.org.uk/assets/reports/Automated%20Vehicles%20brochure%20WEB%20VERSION.pdf>>.

WADUD, Z.; MACKENZIE, D.; LEIBY, P. Help or hindrance? The travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles. **Transportation Research A: Policy and Practice**, 86, 1 e 18, 2016.

WATANABE, C.; NAVEED, K.; NEITTAANMÄKI, P.; FOX, B. Consolidated challenge to social demand for resilient platforms-Lessons from Uber's global expansion. **Technology in Society**, 48, 33-53, 2017.

ARTIGO III

FATORES PARA DIFUSÃO DA TECNOLOGIA DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS: UMA APROXIMAÇÃO POR TEXT MINING

Autores:

João Paulo Nascimento da Silva, Paulo de Oliveira Lima Júnior,
Luiz Guilherme Rodrigues Antunes, Joel Yutaka Sugano,
Gabriel Alexandre Lopes Pedrosa, Cledison Carlos de Oliveira.

**A primeira versão preliminar deste artigo será submetida ao 27º Colóquio
Internacional da Gerpisa, “Paradigm shift? The Automotive Industry in
Transition”, Paris, França, 2019.**

ARTIGO III

FATORES PARA DIFUSÃO DA TECNOLOGIA DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS: UMA APROXIMAÇÃO POR TEXT MINING

João Paulo Nascimento da Silva¹, Paulo de Oliveira Lima Júnior²,
Joel Yutaka Sugano¹, Luiz Guilherme Rodrigues Antunes¹,
Gabriel Alexandre Lopes Pedrosa³, Cledison Carlos de Oliveira¹.

¹Universidade Federal de Lavras (UFLA)

²Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Nepomuceno.

³Universidade de Aveiro (PT)

RESUMO

O presente artigo visa apresentar os fatores que são discutidos nas notícias que circulam na *web* em relação a difusão da tecnologia de Veículos Autônomos. Partindo do modelo de Difusão de Tecnologia proposto por Silva et al. (2019), e de modo a aplicar este modelo nas notícias encontradas na *web*, este estudo desenvolveu um modelo de classificação automática de notícias através de mineração textual. Através desta ferramenta tornou-se possível desenvolver um panorama das notícias da *web* a respeito das categorias do modelo de difusão da tecnologia, e foram identificados 28 cluster/fatores principais presentes na *web* para difusão da tecnologia de Veículos Autônomos. Com base nestes foram realizadas considerações e múltiplas sugestões de investigação futuras para os VAs.

PALAVRAS-CHAVE: Veículos Autônomos, Difusão de Tecnologia, Fatores para Difusão, Mineração Textual, Classificação, Clusterização.

ABSTRACT

The present article aims to present the factors that are discussed in the online media about the diffusion of the technology of Autonomous Vehicles. The Technology Diffusion model proposed by Silva et al. (2019) was applied in a sample of online media data, and an automatic classification tool was developed through text mining. After, an overview of the online media was built, with a focus on the categories of the diffusion model of this technology. A total of 28 clusters were identified like main factors, and contributed to the writing of theoretical and practical considerations and also of multiple future research suggestions on the AV diffusion phenomenon.

KEY WORDS: Autonomous Vehicles, Technology Diffusion, Factors for Diffusion, Textual Mining, Classification, Clustering.

1. INTRODUÇÃO

Veículos Autônomos (VAs) são veículos com recursos de movimento e ação que não exigem nenhum tipo de condutor (FRAZZOLI; DAHLEH; FERON, 2002), tendo sido classificados como uma inovação potencialmente disruptiva perante o atual modelo de transporte urbano (ATTIAS, 2017; ENOCH, 2015; SCHELLEKENS, 2015; SCHREURS; STEUWER, 2015) e para o desenvolvimento da sociedade (ATTIAS, 2017; MUTZ et al., 2016; SCHREURS, STEUWER, 2015; ENOCH, 2015).

A mobilidade é um fator chave que afeta o bem-estar e a qualidade de vida dos cidadãos influenciando na geografia urbana, redefinindo como as pessoas trabalham e vivem e, também, na forma como as elas se deslocam (EUROPEAN COMMISSION, 2017; MELIS, et al., 2016). Como apontado por Attias (2017), a mobilidade é apreciada pela organização social e pode modificar profundamente as atitudes da sociedade moderna em relação ao tempo, ao espaço e às relações interpessoais.

Silva et al. (2019) aponta que os VAs passaram por uma etapa de desenvolvimento da tecnologia, passando de um modelo de apresentação dos benefícios para um foco na utilização da tecnologia. Os autores apontam para a mudança de paradigma de propriedade de veículos para um maior foco na utilização da tecnologia como serviços e compartilhamento, porém ainda não há definição de como essa mudança poderia ocorrer no mercado.

Enoch (2015) aponta que o tradicional modelo de transporte, composto por carros particulares, táxis e ônibus, poderá sofrer um declínio exponencial nos próximos anos em busca de uma convergência para modelos intermediários de transporte com centro de negócios voltados para o compartilhamento e criando uma nova experiência ao usuário.

Vieira et al. (2018) apresentam que há uma barreira social que precisa ser transposta para que uma tecnologia possa iniciar o efeito de rede e, consecutivamente, possa alcançar a adoção em massa. O “*Autonomous Vehicles Readiness Index*” apresentado pela KPMG (2018), mostra que há 4 pilares para o desenvolvimento da Tecnologia de VAs: Política e legislação, Tecnologia e Inovação, Infraestrutura e Aceitação do Consumidor. Conforme apontado, a falta do desenvolvimento de qualquer um dos pilares pode criar barreiras para a tecnologia, de modo que o desenvolvimento dos mesmos pode funcionar como um difusor.

Nesse mesmo sentido, o Gartner (2017) aponta que a Aceitação do Cliente e da Sociedade é um dos fatores principais para adoção da tecnologia, sendo fundamental

estabelecer confiança e construir aceitação social. Silva et al. (2019) apontam os fatores presentes na literatura que influenciam a difusão desta tecnologia, o que corrobora com o pensamento dos autores acima, convergindo em condições favoráveis à sua difusão.

Segundo Silva et al. (2019), apesar da escassa informação sobre difusão da tecnologia de VAs, há características que são determinantes para adoção desta tecnologia e que podem traduzidos como um catalizador para impulsão da tecnologia, porém estas podem ainda estar sendo ignoradas pela literatura. Para tanto, este estudo busca identificar os fatores mais discutidos na *web*, que atualmente é uma das maiores ferramentas para comunicação e que influenciam a difusão da tecnologia de VAs, de modo a ajudar a construir bases para compreensão da difusão desta tecnologia.

Dessa forma, este visa responder: Quais fatores discutidos nas notícias da *web* influenciam a difusão da tecnologia dos VAs? Com esta pergunta, este estudo objetiva traçar um panorama acerca das notícias que circulam na *web*, de forma a compreender quais fatores influenciam a difusão da tecnologia de VAs. Para tanto, este estudo apresenta como objetivos específicos: (I) construir um classificador automático de dados através de mineração de textos (*Text Mining*) para informações que circulam na *web* sobre a difusão da tecnologia de VAs; e (II) com base na discussão da *web*, apontar os fatores que influenciam a difusão da tecnologia de VAs.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

Esta etapa visa apresentar os conceitos que serão norteadores desta pesquisa. Aqui são apresentados a literatura sobre a tecnologia de VAs, sobre o modelo de difusão de tecnologias proposto por Rogers (1995), e sobre a mineração de textos, que compõe a metodologia utilizada para este trabalho.

2.1 Veículos Autônomos

Os VAs são veículos com recursos de movimento e ação que não exigem nenhum tipo de condutor (SAE INTERNATIONAL, 2016; FRAZZOLI; DAHLEH; FERON, 2002), sendo esta uma inovação potencialmente disruptiva para o atual modelo de transporte urbano (ATTIAS, 2017; ENOCH, 2015; SCHELLEKENS, 2015; SCHREURS; STEUWER, 2015) e na sociedade como um todo (ATTIAS, 2017; MUTZ et al., 2016; SCHREURS; STEUWER, 2015; ENOCH, 2015). Dessa forma, a indústria

automotiva passa por mudanças radicais em busca de se posicionar corretamente ao novo modelo de mercado que está sendo desenvolvido (ATTIAS; MIRA-BONNARDEL, 2016).

A SAE Internacional (2016) propõe um sistema de classificação para definir a automação de veículos automotores. A classificação apresenta 6 níveis, desde o nível 0 (Zero), para veículos sem nenhuma automação, até os níveis 4 (Quatro) e 5 (Cinco), de automação total da direção. Para este estudo serão considerados os níveis de automação 4 e 5, que consistem na automação total dos veículos. Enquanto os veículos de níveis 4 têm permissão para rodar em áreas limitadas, os veículos de nível 5 têm permissão para operação em todos os tipos de estradas.

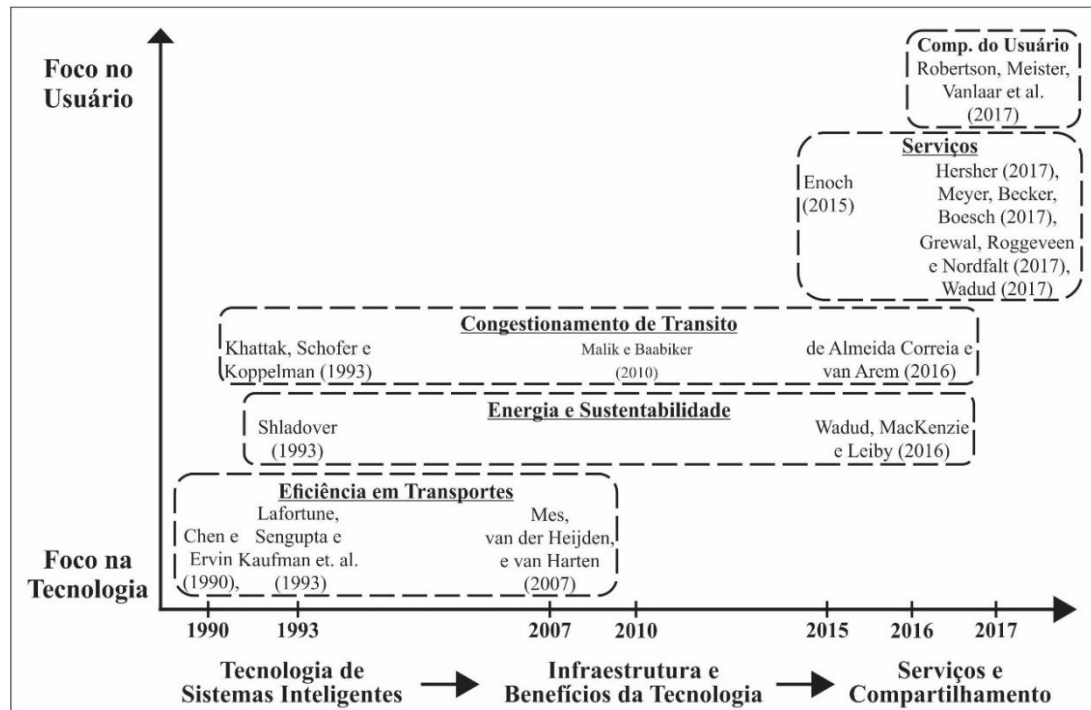
Diante da nova proposta de mobilidade proporcionada pelos VAs, pesquisas apontam que esta tecnologia disruptiva pode oferecer: maior conforto (MEYER et al., 2017; BÖSCH; CIARI; AXHAUSEN, 2016; BROWN; GONDER; REPAC, 2014), viagens a preços mais baixos (MEYER et al., 2017; BÖSCH; CIARI; AXHAUSEN; 2016), maior segurança no transporte (FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; KOCKELMAN et al., 2016; LITMAN, 2018), e afetem o uso de energias e emissões de carbono, tornando as viagens mais sustentáveis (BÖSCH; CIARI; AXHAUSEN, 2016; BROWN; GONDER; REPAC, 2014).

Com a ascensão desta tecnologia, espera-se que a mesma traga maiores possibilidades de acessibilidade para crianças, idosos, pessoas com necessidades especiais ou excepcionais e que não possam conduzir (FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; LUTIN; KORNHAUSER; LERNER-LAM, 2013). Outro fator disruptivo proporcionado pela tecnologia, espera-se que os VAs possam mudar a forma como possuímos ou compartilhamos veículos (KRUEGER; RASHIDI; ROSE, 2016), passando de um modelo de propriedade (produto) para um modelo de serviços. De acordo com Meyer et al. (2017), se todas essas suposições se tornarem verdadeiras, os VAs irão revolucionar drasticamente o transporte e toda a forma de sociedade urbana.

Gandia et al. (2017) apontam para uma evolução das pesquisas em relação aos estudos de VAs, destacando a importância da tecnologia para desenvolvimento deste campo. Nesse sentido, conforme Figura 1, Silva et al. (2019) apontam para uma evolução das pesquisas em relação a criação da tecnologia de VAs. No estudo apresentado pelos autores, é possível verificar uma tendência das pesquisas para criação da tecnologia e posteriores benefícios da mesma, e direcionando para pesquisas focadas nos usuários

desta tecnologia, com maior orientação para utilização da mobilidade proporcionada pelos VAs como Serviços (*Mobility as a Service*).

Figura 1 – Framework de Evolução do Campo de Pesquisas sobre Veículos Autônomos



Fonte: Silva et al. (2019).

Schoitsch (2016) aponta para a mudança histórica proporcionada pelos VAs têm potencial para alteração da indústria, sociedade, economia e sistema de transporte e mobilidade. Allano (2017) aponta para os novos modelos econômicos emergentes proporcionados pelos VAs, assim como grandes mudanças que estão ocorrendo na indústria automobilística em uma proporção para as de atividades de Mobilidade como Serviço.

Segundo Gandia et al. (2017, p. 2), considerando a rápida e constante mudança que ocorre na indústria, “ainda há uma série de barreiras legais, éticas, sociais, ambientais e de mercado a serem superadas”. Apesar dos constantes benefícios encontrados para os VAs no mercado e da disrupção que pode ocasionar ao atual padrão de mobilidade, Vieira et al. (2018) apontam que é necessário se transpor a barreira social para que ocorra o efeito em rede, que é quando a tecnologia é adotada de forma automática pelos membros do grupo social, e consequente adoção em massa de uma tecnologia. Segundo os autores, o fenômeno social em torno da constituição dos novos mercados requer um maior entendimento quanto as pesquisas sobre a adoção e difusão da tecnologia.

Quanto a difusão da tecnologia de VAs, Schoitsch (2016) aponta que muitos países já se interessaram pelos benefícios da automação de veículos e os Estados Unidos foram o primeiro país a apresentar legislações permitindo testes de VAs. Lima (2015) e Guizzo (2011) apontam para os avanços dentro da academia, em centros de pesquisa e universidades de todo o mundo para o desenvolvimento e entendimento dos efeitos da tecnologia dos VAs no mercado. Os autores apontam pesquisas sobre a mobilidade proporcionada pela tecnologia, a interação veículo-infra-estrutura e gestão, e as questões relacionadas a modelos de negócios para consolidação de VAs no mercado, de modo a criar e gerar o efeito de rede em relação a esforços de promoção da tecnologia.

A pesquisa dos autores vai ao encontro da proposta do Relatório KPMG (2018), onde é apontado que, os países mais preparados para tecnologia de VAs tem: governos dispostos a regular e apoiar o desenvolvimento de AV; excelente infraestrutura de rede móvel e rodoviária; Investimento do setor privado e inovação; testes em grande escala impulsionados por uma forte presença da indústria automotiva; e uma iniciativa proativa contínua: governo que atrai parcerias com fabricantes. Apesar das características técnicas apontadas no relatório, o mesmo aponta como um dos pilares principais a Aceitação do Consumidor a esta tecnologia (KPMG, 2018).

Nesse sentido, Enoch (2015) discute a ocorrência de um ciclo tecnológico e apresenta um modelo de adoção da tecnologia dos VAs que irá consistir na redução dos modelos tradicionais e pelo avanço dos modelos intermediários e, em uma última etapa, para a convergência modal acelerada devido à chegada da tecnologia dos veículos totalmente autônomos (níveis 4 e 5). Apesar do autor apontar para a formulação de um modelo de substituição da tecnologia tradicional pela inovação dos VAs, o autor não caracterizou a etapa de “equilíbrio social”, que, conforme proposto por Rogers (2015), seria a etapa de difusão e aceitação dessa tecnologia.

2.2 Modelo de Difusão da Tecnologia (Rogers, 1995)

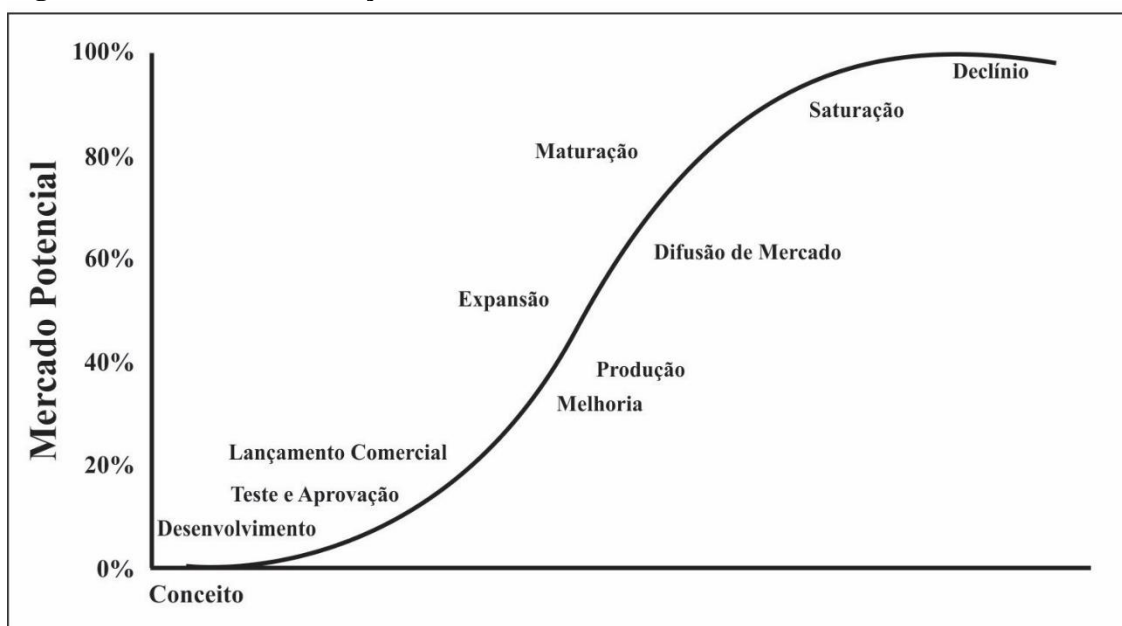
Segundo Rogers (1995), a difusão de inovações é um processo social no qual informações sobre uma nova ideia são comunicadas. O autor apresentou o modelo difusão da tecnologia como “o processo pelo qual uma inovação é comunicada através de certos canais ao longo do tempo entre os membros de um sistema social” (ROGERS, 1995, p.

5), de modo a determinar que as inovações passam por um processo de decisão, que pode partir do indivíduo ou de uma unidade de tomada de decisão.

Rogers (1995) enfatiza que a difusão de uma inovação é um processo de redução de incertezas, não garantindo aceitabilidade da tecnologia. Rogers (1995) apresenta o conceito de taxa de adoção da inovação, que é a velocidade relativa com a qual uma inovação é adotada por membros de um sistema social, e que pode ser mensurada como o número de indivíduos que adotam uma ideia em um determinado período de tempo. Porém, para este estudo, a taxa de adoção não é uma unidade de pesquisa, visto que para sua mensuração, é necessário que a tecnologia esteja completamente lançada no mercado, fato que ainda não ocorre com os VAs.

Segundo Litman (2018), a maioria das inovações segue o modelo da curva S, conforme Figura 2, onde passam pelos estágios de desenvolvimento, teste, aprovação, liberação comercial, melhoria do produto, expansão do mercado, diferenciação, maturação e, eventualmente, saturação e declínio. Segundo o autor, a tecnologia de VAs está atualmente em fase de desenvolvimento, testes e aprovação, sendo necessários ainda muitos anos e antes de estarem comercialmente disponíveis para adoção. Mesmo distante do momento de adoção da tecnologia, é importante conhecer os fatores que fazem parte do ambiente de difusão da tecnologia.

Figura 2 – Curva S de Inovação.



Fonte: Traduzido de Litman (2018).

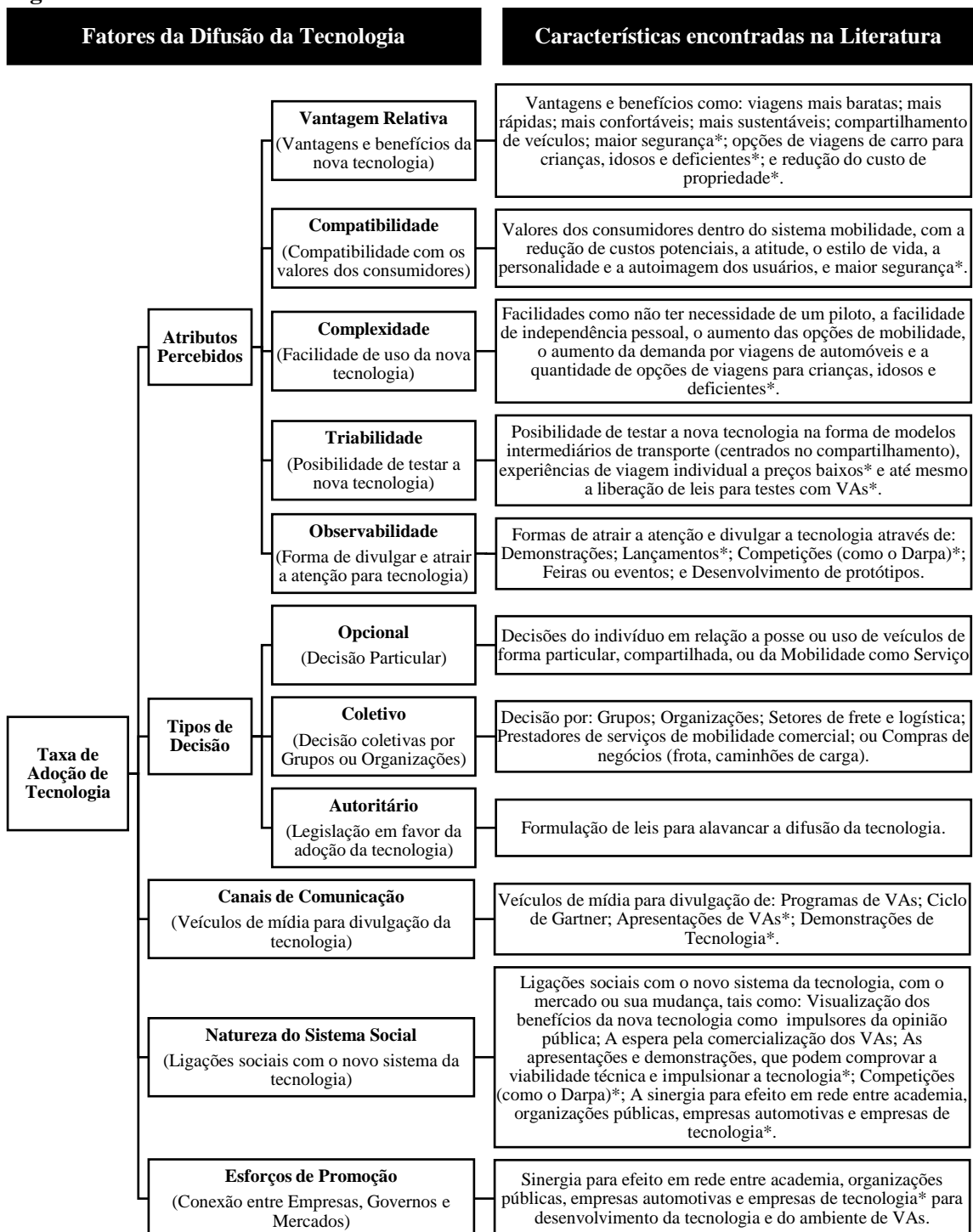
De acordo com Rogers (1995), para haver adoção da inovação, é necessário entender a aceitação da tecnologia por parte dos usuários, de forma que se construam os elementos para tal adoção. Conforme descrito por Rogers (1995), o processo de decisão de adoção da inovação passa pelas etapas de Conhecimento da tecnologia, Persuasão em tomar a decisão de adotar, Decisão de adoção, Implementação da nova tecnologia e, então, a Confirmação da tecnologia adotada como melhor que a anterior.

Para ultrapassar essas etapas, Rogers (1995) apresenta o modelo da difusão da inovação, onde o autor aponta para as variáveis que determinam a taxa de adoção de inovação. Segundo Rogers (1995), os Atributos Percebidos da Inovação é onde são discutidas: as Vantagens Relativas em relação a adoção da tecnologia em comparação com as características do atual produto no mercado; a Compatibilidade tem relação com os valores dos usuários e da tecnologia; já a Complexidade está associada com o uso da tecnologia; a Triabilidade que significa a possibilidade de experimentação da tecnologia antes de sua adoção; e por fim, a Observabilidade que torna possível verificar o grau em que os resultados de uma inovação são visíveis para os outros.

Na análise de Rogers (1995), são consideradas ainda o Tipo de Decisão da Inovação como: (i) Opcional, em que é a decisão do indivíduo; (ii) Coletiva, por parte de adoção em grupos ou empresas; (iii) Autoritária, como forma mudança legal ou decisão organizacional. Já os fatores como a influência dos Canais de Comunicação na adoção da inovação, a Natureza do Sistema Social, se apresentam os sistemas como mais ou menos propensos a inovação, e a Extensão dos Esforços de Promoção dos Agentes de Mudança é a força de influência dos agentes em pró da mudança, ou seja, são os fatores que dão suporte a construção do modelo.

Nesse sentido, a pesquisa de Silva et al. (2019) aplicou o modelo de Difusão da Inovação de Rogers na literatura a respeito da Difusão da Tecnologia de VAs, onde os autores apresentam as principais características discutidas na literatura em relação a difusão desta tecnologia. A Figura 3 apresenta as características discutidas pelos autores:

Figura 3 – Características de Difusão de Veículos Autônomos na Literatura.



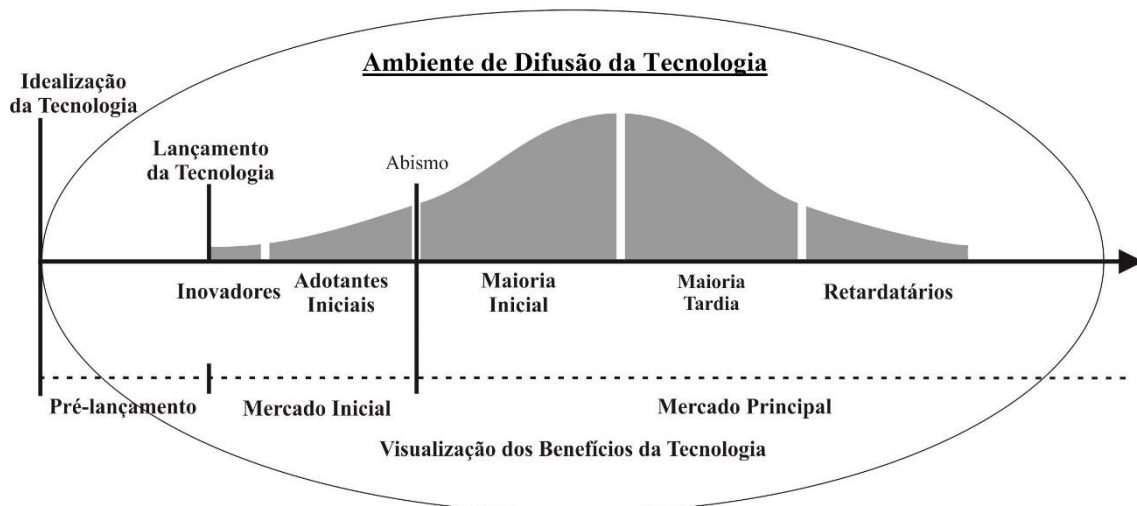
*Característica que aparece em dois ou mais fatores da Difusão da Tecnologia de VAs.

Fonte: Silva et al. (2019).

Nesse sentido, Silva et al. (2019) apresentaram um modelo de Ambiente de Difusão da Tecnologia, Figura 4, aplicável a tecnologia de VAs que ainda não está lançada no mercado. Neste modelo, os autores apresentam que a difusão, ou o ambiente de difusão começa desde o lançamento da ideia do projeto, criando expectativas do mercado. Após o lançamento da tecnologia, a mesma é adotada pelo mercado inicial e,

após passar pelo ponto de massa crítica apontado pelo abismo (MOORE, 2001), a tecnologia pode chegar ao mercado principal, tudo dentro de um ambiente constante de difusão da tecnologia, que é onde se aplica atualmente o mercado de VAs.

Figura 4 – Ambiente de Difusão de Tecnologia de Veículos Autônomos.



Fonte: Silva et al. (2019).

Para tanto, de forma a melhor compreender as características que influenciam o ambiente de difusão da tecnologia de VAs no mercado e compará-los com as características apontadas pela literatura, a seguir será apresentado o modelo de Mineração Textual que será utilizado para buscas na *web*.

2.3 Text Mining

Segundo Galvão e Marin (2009), é graças aos avanços tecnológicos na informática que foi possível alcançar o uso global da internet, possibilitou o acesso a um gigantesco volume de dados que pode ter várias aplicações e a transformação de dados em informação. Porém, apesar da existência dos grandes bancos de dados e da grande quantidade de informações, ainda existem dificuldades na descoberta de conhecimento baseado nessas informações (Dias, 2002).

Segundo Zaki e Meira Júnior (2014), a mineração de dados (*Data Mining*) é o processo de descoberta de padrões inovadores e desconhecidos que sejam utilizados para compreensão, descrição ou previsão a partir de dados em grande escala. Dessa forma, o *data mining* é uma técnica que pode extrair conhecimento de grandes volumes de dados com o intuito de facilitar a tomada de decisões. Malhotra e Birks (2007) definem a técnica

de *data mining* como um processo de descoberta de relacionamentos significativos entre dados, padrões e tendências futuras através de grandes quantidades de dados.

Nesse mesmo sentido, Wiedemann (2013) aponta que a mineração de textos (*text mining*) é a combinação de abordagens estatísticas e com base em padrões de análise textuais, aplicada a projetos de análise de dados qualitativos. Segundo o autor, a pesquisa se aplica nas ciências sociais quando há grande volume de dados qualitativos que precisam ser analisados. Heyer (2009) define a mineração textual como um conjunto de métodos baseados em computador para uma análise semântica do texto que estruturam automaticamente ou semi-automaticamente grandes quantidades de texto. Como Schönfelder (2011, p. 29) afirma, "a análise qualitativa, em seu cerne, pode ser condensada em uma revisão de dados próxima, repetida, categorizando, interpretando e escrevendo".

Blei (2012) aponta que os métodos atuais se aproximam do objetivo de extrair significado do texto, que é a base da compreensão para a pesquisa qualitativa. Segundo Wiedemann (2013), o processo de extrair conhecimento representado e expresso no texto é alcançado por uma metodologia de estruturação, identificando fragmentos textuais relevantes, coletando-os e atribuindo-os a conceitos recém-criados ou pré-definidos em um campo específico do conhecimento.

Wiedemann (2013) aponta ainda que não existe uma solução pronta na perspectiva técnica ou de uma abordagem metodológica. Para o autor, é necessário desenvolver o próprio modo de proceder para a pesquisa e podendo ser necessário adaptar as tecnologias de análise existentes.

3. METODOLOGIA

Para desenvolvimento desta metodologia de pesquisa e, consecutivamente, de um classificador automático de notícias, foi utilizada a técnica de *text mining*, que consiste na mineração textual, aplicada em textos extraídos da *web*, *World Wide Web* (www). Com intuito de buscar informações em sites de notícias relacionadas à tecnologia de VAs, e melhor compreender o modelo de difusão da tecnologia.

A análise dos dados foi realizada com base em análise das categorias apresentadas por Silva et al. (2019) e dos dados minerados, de forma a verificar se os dados presentes na literatura e na *web* levam a um mesmo entendimento ou se há divergências entre o pensamento da academia e da proposta de difusão encontrada hoje no mercado. De forma a criar um classificador automático das notícias, a mineração de textos ocorreu conforme

apresentado por Lima Júnior (2016), onde a seguir serão descritas as etapas da construção do classificador automático de notícias.

Na Tabela 1 é possível verificar todas as etapas do processo de mineração utilizado para construção da Metodologia de Coleta de Dados para Difusão da Tecnologia de VAs.

Tabela 1 – Metodologia de Coleta de Dados para Difusão da Tecnologia de VAs.

| Etapa | Fase | | Descrição | Objeto Realizado |
|-------|-------------------|-----|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | Coleta | 1.1 | Objeto de Busca | Notícias |
| | | 1.2 | Termos de Busca | <i>Autonomous Vehicles</i> |
| | | 1.3 | Ferramenta de Busca | Google |
| | | 1.4 | Dados Para Treinamento | 5.368 Notícias |
| 2 | Pré-processamento | 2.1 | Limpeza | Retirada de Sintaxes |
| | | 2.2 | Transformação | Representação Matemática |
| 3 | Mineração Textual | 3.1 | Coleta de Dados | 19.133 Notícias |
| | | 3.2 | Treinamento | Classificador Automático |
| | | 3.3 | Classificação Supervisionado | Regressão Logística |
| | | 3.4 | Clusterização Não-supervisionado | <i>K-means</i> e <i>Scatter Plot</i> |
| 4 | Análise | | | |

Fonte: Dados da Pesquisa.

A seguir é apresentado o detalhamento de cada etapa a partir do procedimento acima descrito.

Etapa 1 - Coleta

A Coleta (1) é a etapa inicial e tem como objetivo formar uma base de dados textual, conhecida na literatura como *Corpus*. Optou-se pela coleta apenas de notícias como Objeto de Busca, de forma a dar maior legitimidade ao entendimento da difusão da tecnologia. Como palavra chave para realização da coleta inicial de notícias foi utilizado o termo “*Autonomous Vehicles*”. A escolha por apenas um termo vai ao encontro da proposta de Gandia et al. (2018), onde o termo *Autonomous Vehicles* foi o mais utilizado em pesquisas acadêmicas.

A coleta de dados foi realizada através da ferramenta de busca do Google, utilizando as 4 primeiras páginas resultados, e para análise e visualização de dados foi utilizado o software de mineração Orange versão 3.3, da Universidade de Ljubljana, na Eslovênia (ORANGE, 2013, 2018). Como base de treinamento, foram selecionados 5.368 links de notícias entre o período de 04 de janeiro de 2016 a 18 de outubro de 2018, tendo o período escolhido como os anos mais recentes até início das pesquisas. As notícias foram coletadas entre os meses de agosto de outubro de 2018.

A lista semente é usada como base de treinamento para o classificador automático, foi tabulada em ID, que é a identificação de acordo com seu número de coleta, Quantidade de Páginas da notícia, Data de Publicação, Fonte, Título e Título Auxiliar (sem caracteres especiais

e letras maiúsculas) da notícia, Resumo e Resumo Auxiliar da notícia, e URL do *link*. A lista semente foi categorizada de acordo com as 11 categorias presentes no modelo de Silva et al. (2019), e com a “Nenhum”, de modo a informar que aquela notícia não se aplica a pesquisa.

Etapa 2 - Pré-processamento

O Pré-processamento (2) é o processo de preparação do texto para realização da classificação textual (HADDI; LIU; SHI, 2013). Segundo Lima Júnior (2016), o módulo de pré-processamento tem dois subprocessos: Limpeza e Transformação. A Limpeza prepara o conteúdo retirando informações irrelevantes de nível sintático: *tags* HTML, *scripts* e outros ruídos presentes em texto extraído da *web*. Esta etapa foi realizada na coleta de dados, visto que o Título Auxiliar e Resumo Auxiliar da lista semente já foram coletadas com a retirada destes ruídos. Na Transformação, realizada pelo software Orange, o conteúdo é convertido em uma representação matemática para a entrada de um classificador (*Corpus*) que define uma categoria para a notícia pela comparação estatística do texto pré-processado com uma base previamente definida – base de treinamento do classificador.

Nesta mesma etapa dentro do *software* Orange, foi realizado também o Pré-processamento do Texto (*Preprocess Text*), onde foram utilizadas ferramentas para transformar o texto em letras minúsculas (*Transformation > Lowercase*), dividir o texto em padrões retirando pontuações (*Tokenization > Regexp*), foram removidas as terminações morfológicas do texto em inglês (*Normalization > Porter Stemmer*) e foi realizado um filtro para retirada dos termos mais comuns da língua inglesa (*Filtering > Stopwords*). Foi utilizado também um método para compilar todos os termos importantes para relevância da pesquisa (*Bag of Words > Document Frequency > IDF*).

Etapa 3 - Mineração Textual

O módulo de Mineração Textual (3) realiza a classificação supervisionada por aprendizado de máquina (LIMA JÚNIOR, 2016). Para isso, no módulo de Supervisão, o autor classificou manualmente as 5.367 notícias que selecionam da *web*, dessa forma, foram classificadas 1.792 notícias consideradas como ruídos que poderiam comprometer a análise e entraram como base negativa, de forma a detectar o que não era relevante para a pesquisa. As demais 3.575 notícias encontradas foram categorizadas manualmente com base nas 11 categorias do modelo de Rogers (1995) e adaptado por Silva et al. (2019) para o contexto da tecnologia de VAs. Dessa forma, as notícias foram categorizadas conforme Figura 3

(Características de Difusão de Veículos Autônomos na Literatura), de Silva et al. (2019), apresentada anteriormente no Referencial.

Com esta etapa, criou-se um conjunto de notícias rotuladas usado como base para treinamento de algoritmos classificadores de notícias que serão coletadas na *web* pelo sistema com objetivo de extração de conhecimento, descoberta de padrões e comportamentos (LIMA JÚNIOR, 2016). O classificador automático foi utilizado para classificação das notícias coletadas em segundo momento e pode ser utilizado para continuar a classificar os dados coletados da *web* em análises futuras.

Após essa etapa foi realizada uma nova coleta de dados com o mesmo termo de busca através do Google, contemplando todos os anos de 2002 até 2018, onde foram encontradas 19.133 notícias. O ano de 2002 foi escolhido por ser o ano anterior a criação do *Toyota Parking System*, considerado por Silva et al. (2019) como um dos marcos do desenvolvimento da tecnologia de automação de veículos. O ano de 2018 foi considerado por ser o último ano corrente completo e finalizado, de forma a apresentar uma padronização dos dados coletados. As informações foram tabuladas no *software* Excel e contemplam a primeira etapa da Apresentação dos Resultados. Dessa forma, tendo uma base de dados já sido rotulada, esta etapa comportou a Classificação e Clusterização dos dados através do software Orange.

Etapa 3 - Mineração Textual - Classificação

A Classificação, que é baseada em classificar cada item de um determinado conjunto em grupos predefinidos de forma supervisionada (lista semente), foi realizada com base no modelo de difusão da tecnologia apresentado por Silva et al. (2019) por apresentar as características de difusão da tecnologia de VAs presentes na literatura (FRANK; HALL; WITTEN, 2016). Para construção das categorias de predefinição da Classificação, foi utilizado o arquivo semente com as categorias pré-definidas, já trabalhadas as etapas de Limpeza e Transformação, onde foi aplicada a Regressão Logística, método que teve o melhor resultado para otimização do aprendizado de máquina (*Logistic Regression* > *Ridge [L2]*). Foi realizado também um Teste de Pontuação *Cross Validation (Text & Score)*, com um Tamanho do Conjunto de Treinamento igual a 90% (*Training Set Size* > 90%), de forma a aprimorar os resultados, o que determinou uma taxa de 73,8% de acertos, classificando com o Título e Resumo dos textos minerados.

Dessa forma, foi realizado o modelo de Predições no arquivo com a massa de 19.133 notícias de 2002 a 2018, apenas por Título e Resumo, e ligado a taxa de acertos

do classificador de 73,8% (*File > Corpus > Predictions*), onde as notícias foram classificadas dentro das 11 categorias (Figura 5) e da categoria “Nenhum”, como notícia não relevante para o estudo. A Figura 5 apresenta a taxa de acertos do cross validation das notícias classificadas manualmente.

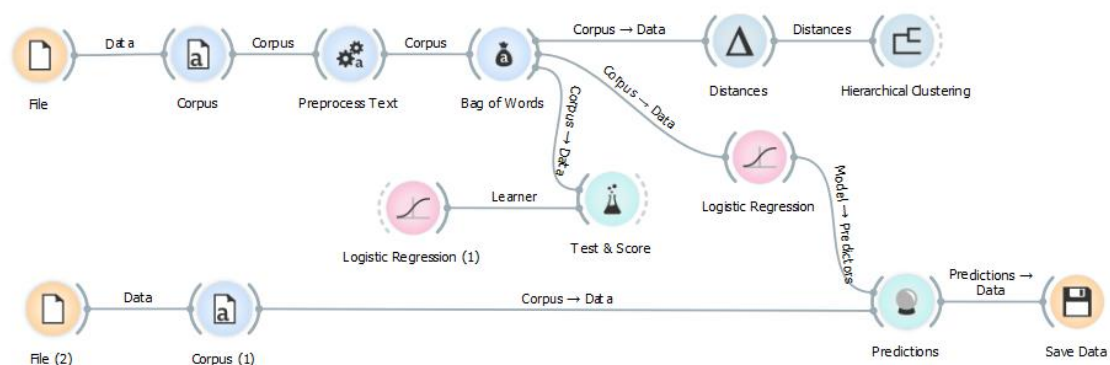
Figura 5 – Taxa de Acerto por Categoria.

| Fatores da Difusão da Tecnologia | | Taxa de Acerto | |
|---|----------------------------|-------------------|-------|
| Taxa de Adoção de Tecnologia | Atributos Percebidos | Vantagem Relativa | 78,4% |
| | | Compatibilidade | 77,9% |
| | | Complexidade | 67,0% |
| | | Triabilidade | 79,9% |
| | | Observabilidade | 72,9% |
| | Tipos de Decisão | Opcional | 87,0% |
| | | Coletivo | 86,4% |
| | | Autoritário | 88,6% |
| | Canais de Comunicação | 70,7% | |
| | Natureza do Sistema Social | 68,4% | |
| | Esforços de Promoção | 72,8% | |
| Nenhum (Categoria de notícias que não correspondem a análise) | | 67,0% | |

Fonte: Dados da Pesquisa.

Abaixo, Figura 6, é possível ver o *Workflow* que foi utilizado no software Orange e descrito acima para constituição do objeto de análise.

Figura 6 – Workflow de trabalho



Fonte: Dados da pesquisa.

As informações encontradas através da Classificação passaram pelo mesmo tratamento anterior utilizado na base de dados semente e foram analisadas através dos *softwares* Excel e Orange e apresentadas na primeira etapa da Análise dos Resultados.

Etapa 3 - Mineração Textual - Clusterização

O segundo método, a clusterização, visa buscar informação na rede e criar grupos de dados referentes aos fatores de difusão da tecnologia. A clusterização foi realizada por método de busca de dados não supervisionada, que visa a criação dos clusters com base nos textos minerados (Frank, Hall, & Witten, 2016). Devido a massa muito grande de dados, optou-se por analisar os clusters dentro de cada categoria, de forma a melhor entender o panorama das notícias da *web*. Dessa forma, foi realizada a técnica *K-means* através do software Orange para determinar o número ideal de clusters.

Os arquivos foram separados em categorias e novamente tratados da mesma forma que o arquivo base de dados semente (*File [por categoria] > Corpus > Preprocess Text > Bag of Words*), porém, com intuito de não gerar duplicidades de dados, foram utilizados apenas a base de dados de Títulos das notícias. Após etapa de limpeza, foi utilizada uma técnica para retirada de *outliers*, de maneira a limpar as notícias que não integravam o objetivo da pesquisa e poderiam comprometer a criação dos clusters. O método de detecção de valores discrepantes SVM classifica os dados como semelhantes ou diferentes da classe principal utilizando um parâmetro para o limite superior na fração de erros de treinamento e um limite inferior da fração de vetores de suporte de 50% (*Outliers Detection Method > 50%*). O valor foi definido com base em testes para construção de cluster sem notícias que tenham sido coletadas e que não fazem parte do escopo.

A seguir, foi realizada a técnica *K-means* para determinar o número ideal de clusters para cada categoria de acordo com a maior pontuação obtida pelos *clusters* (*K-means > Silhouette Scores*). Para realizar a visualização dos *Clusters*, foi utilizada a técnica de *Scatter Plot* que fornece uma visualização de gráfico de dispersão bidimensional para atributos de valor contínuo. Os mesmos foram analisados de acordo com apresentação dos resultados e os clusters foram ajustados de acordo com os dados relevantes da pesquisa.

Etapa 4 - Análise

Finalmente, a Análise (4) é a última etapa e foi realizada com base na comparação com os dados minerados, tanto pela Classificação, com intuito de verificar se os caminhos

discutidos na academia são os mesmos discutidos em notícias a respeito da difusão desta tecnologia, e pela Clusterização, de modo a verificar se há fatores que estão sendo traduzidos pelo mercado e que ainda podem não ter sido discutidos na academia.

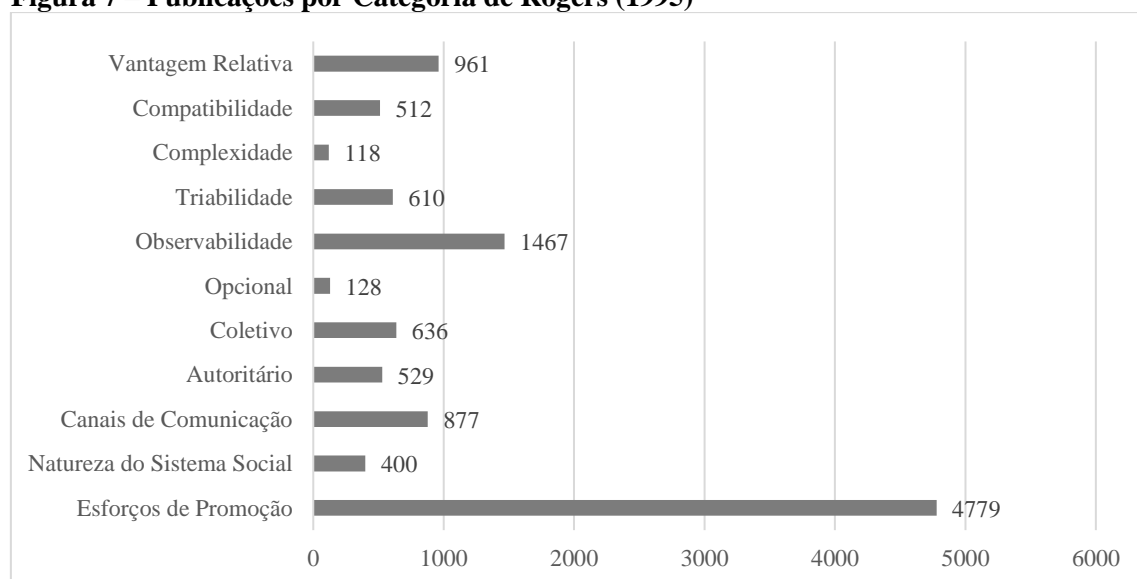
4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Através da mineração textual aplicada a notícias coletadas na *web*, é possível identificar um panorama de como estão sendo discutidas as notícias relacionadas a ascensão da tecnologia de VAs. Dessa forma, a seguir serão apresentadas a análise da Classificação realizada com base nas categorias de Rogers (1995) e Silva et al. (2019) e que contempla a evolução temporal das notícias relacionadas à tecnologia de VAs, e a análise dos *Clusters* criados pelo sistema para compreendermos o panorama em que as notícias fundamentam a circulação de informações sobre esta tecnologia.

4.1 Análise de Classificação

Após a segunda coleta de dados entre os anos de 2002 a 2018, que contemplou o total de 19.133 notícias, 11.017 notícias foram categorizadas dentro do modelo de Rogers conforme Figura 7, e 8.120 notícias não foram categorizadas, por não serem relacionadas com a difusão da tecnologia. Dessa forma, é possível verificar uma grande diferença, visto que a categoria de Esforços de Promoção (4.779 notícias), podendo ter ocorrido por um viés da base de treinamento, mas se destaca em relação maioria.

Figura 7 – Publicações por Categoria de Rogers (1995)



Fonte: Dados da Pesquisa.

Como apontado por Litman (2018), antes da difusão ocorrem as fases de Desenvolvimento, Teste e Aprovação, Lançamento Comercial, Melhoria, Produção, Expansão e só então se chega a fase de difusão. Dessa forma, conforme apontado por Silva et al. (2019), os Esforços de Promoção são as relações entre Empresas, Governos, Academias para desenvolvimento da tecnologia até sua chegada ao mercado, portanto, esta etapa muito se coaduna com o proposto por Litman (2018), o que pode justificar sua maior importância na divulgação de notícias. Fato importante, a reportagem de 2004 “*Robots fail to complete Grand Challenge*” da *CNN International*, se referindo ao desafio Darpa e, possivelmente, sendo o primeiro grande Esforço de Promoção da Tecnologia de VAs.

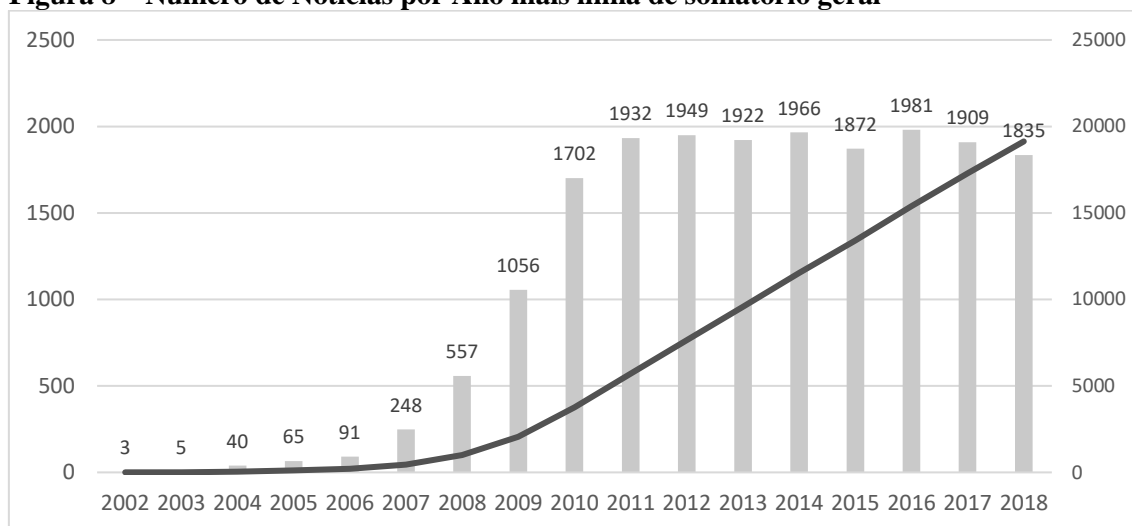
Outros dois fatores que merecem destaque, a Vantagem Relativa, que aponta para qualquer tipo de vantagem que os VAs possam trazer em relação aos modos tradicionais de transportes de veículos, e a Observabilidade, que são as formas em que a tecnologia é apresentada ao mercado, seja por demonstrações em eventos ou apresentações das empresas (SILVA et al., 2019). Estas duas categorias se destacaram por uma possível necessidade de apresentar a tecnologia e seus benefícios ao mercado. Conforme Silva et al. (2019), entre a idealização da tecnologia até seu lançamento e etapas posteriores, é necessário a visualização dos benefícios da tecnologia para início do ambiente de difusão, de forma a convencer os inovadores e adotantes iniciais da tecnologia.

Conforme Figura 8, é possível verificar o crescimento das pesquisas relacionadas a VAs a partir do ano de 2002. Apesar de Silva et al. (2019) apontarem os eventos de 2003, o lançamento da tecnologia de estacionamentos da Toyota, e 2004, o desafio DARPA, como marcos para o desenvolvimento da tecnologia de VAs, o grande crescimento das notícias se deu a partir de 2007, com maior ascensão em 2009, ano de início do projeto de carros autônomos da Google (Waymo, 2018). Apesar do lançamento da tecnologia ocorrida em 2009, foi em 2010 que os primeiros testes tomaram as ruas. Conforme apontado pelo *The New York Times*, “*Google Cars Drive Themselves, in Traffic*”, ou pelo site especializado ETA (2010), “*The Google car that can drive itself*”, ambas as notícias sobre a revolução puxada pela tecnologia de VAs. Nos anos seguintes, os marcos apontados pelos autores também foram acompanhados pelo crescimento das pesquisas que, conforme linha de tendência, tem um crescimento constante.

A Figura 8 apresenta também uma linha de somatório geral e constante das notícias. Em se contrastando com o crescimento da produção científica global de aproximadamente 8%, Silva et al. (2019) apontam que a produção científica relacionada ao desenvolvimento de

VAs teve um crescimento de 16,53%. Nesse sentido, as notícias relacionadas à tecnologia de VAs apresenta um crescimento médio anual de 82,87%, o que confirma a crescente expectativa do mercado em relação a chegada dessa nova tecnologia (GARTNER, 2015).

Figura 8 – Número de Notícias por Ano mais linha de somatório geral



Fonte: Dados da Pesquisa.

A nuvem de palavras das 11.017 notícias, Figura 9, que também passou pelo filtro de *Outliers*, realiza a contagem das palavras mais utilizadas nas notícias e realiza uma análise de centralização das mesmas no texto. Dessa forma, a nuvem de palavras aponta centralmente para os termos relativos a tecnologia, como “*Car*”, “*Autonomous*”, “*Vehicles*”, “*Self*” (*Drinvig Car*) e outros termos relacionados ao sistema, a sua conectividade e a tecnologia em si, porém alguns termos adjacentes apontam para relações importantes. As companhias de automóvel Tesla, GM, Volvo, Audi, Toyota, Mercedes, Hyundai, BMW, Nissan, Ford e Volkswagen, e as de tecnologia como Google, Facebook e Uber, receberam destaque pelo impacto no desenvolvimento da tecnologia e por sua fonte de discussão proporcionada nas notícias analisadas.

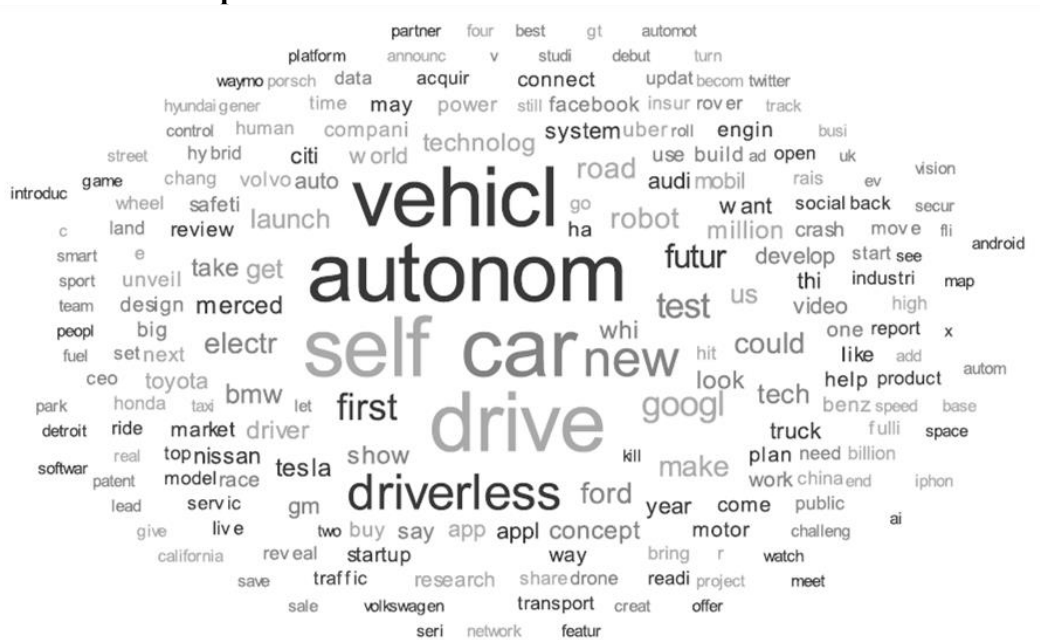
Assim como o foco da realização da pesquisa é na tecnologia de condução de VAs, ainda ocorre o destaque para o termo “*Truck*”, que indica as pesquisas para veículos de carga com condução autônoma. Este podendo ser mais um indicativo dos diferentes tipos de serviços que a tecnologia de transportes autônomos pode difundir no mercado. Conforme apontado pelo site Wired (2016), a tecnologia de condução autônoma para caminhões pode não ser tão visualmente atrativa quanto a de carros sem motorista, mas podem ter um impacto muito maior no mercado.

Outros termos que merecem destaque, o termo “Service”, conforme apontado por Silva et al. (2019), indicando um possível tipo de mercado proporcionado por esta nova tecnologia. A reportagem da Forbes (2017), “*Apple’s Self-Driving Car Future Looks To Be About Apps And Services, Not An iCar*”, junto com os termos “Android” e “App”, podem indicar um possível futuro para o mercado de serviços proveniente da tecnologia de VAs.

Os termos “Future”, “Market” e “Connect” podem carregar um importante sentido para a construção do mercado que está por vir com esta nova tecnologia dos VAs. Outro fator importante, a “China”, que aparece em destaque, e é o maior mercado automobilístico do mundo e que precisa ser pensado para que a difusão aconteça.

O termo “Crash”, presente em reportagens como “*Tesla driver dies in first fatal autonomous car crash in US*” do *New Scientist* (2016), ou “*Tesla crash highlights real problem behind self-driving cars*” da *CNN World* (2016), ou ainda “*Who will be to blame when autonomous cars crash*” da *The Irish Times* (2017), levanta uma preocupação, por se destacarem de forma negativa para a difusão da tecnologia, mostra uma possível desconfiança do mercado em relação a esta tecnologia.

Figura 9 —Nuvem de palavras mais utilizadas.

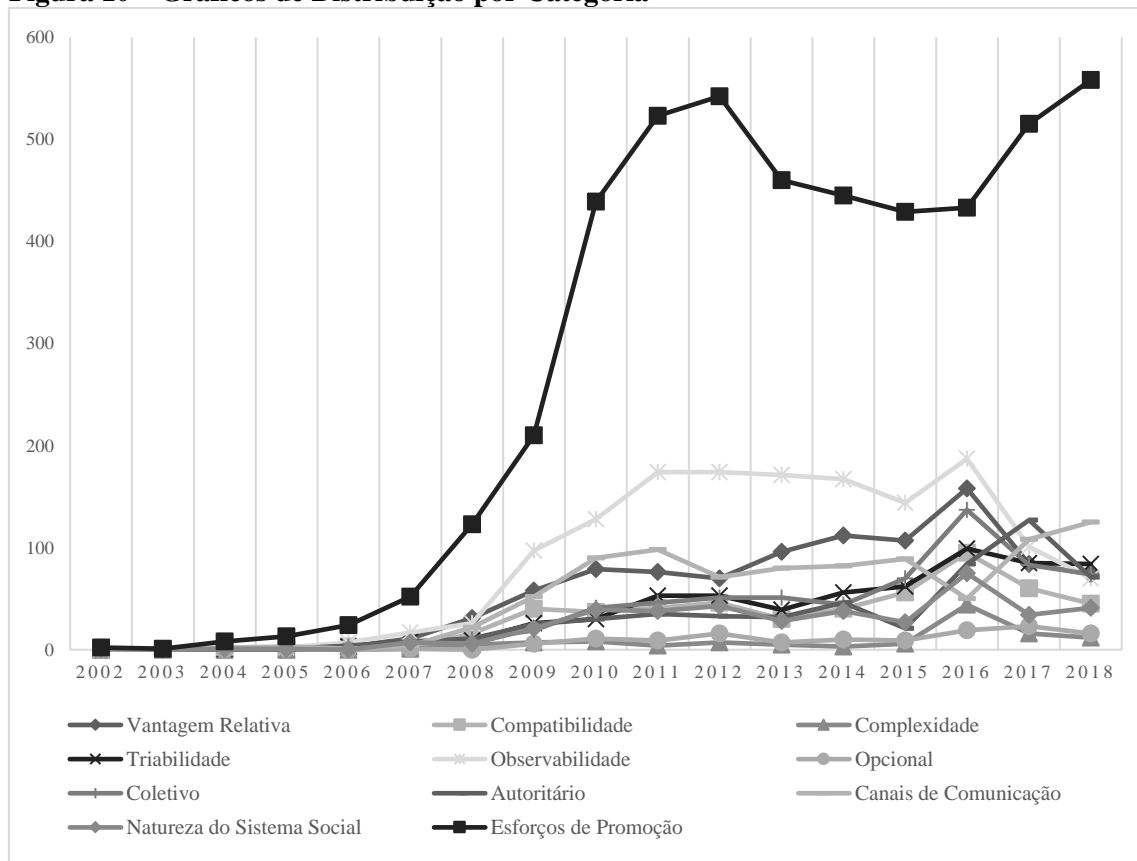


Fonte: Dados da Pesquisa.

A Classificação consiste em categorizar as notícias dentro das categorias apresentadas por Silva et al. (2019), de forma a compreender a dinâmica de evolução do mercado. Dessa forma, é possível ver o crescimento de cada categoria através da Figura 10, com grande destaque para os Esforços de Promoção.

Esta característica pode ser notada no relatório apresentado pela Universidade de Stanford (2010), onde mostra a parceria entre Pesquisadores da Universidade com o Laboratório de Pesquisa Eletrônica do Grupo Volkswagen da América em Palo Alto para construção da tecnologia de VAs. Apresentado pelo *Tech News World* (2010), a tecnologia de automação de veículos desenvolvida no *Stanford Volkswagen Automotive Innovation Laboratory* foi descrita como “uma tecnologia que poderia definir o próximo século”.

Figura 10 – Gráficos de Distribuição por Categoria



Fonte: Dados da Pesquisa.

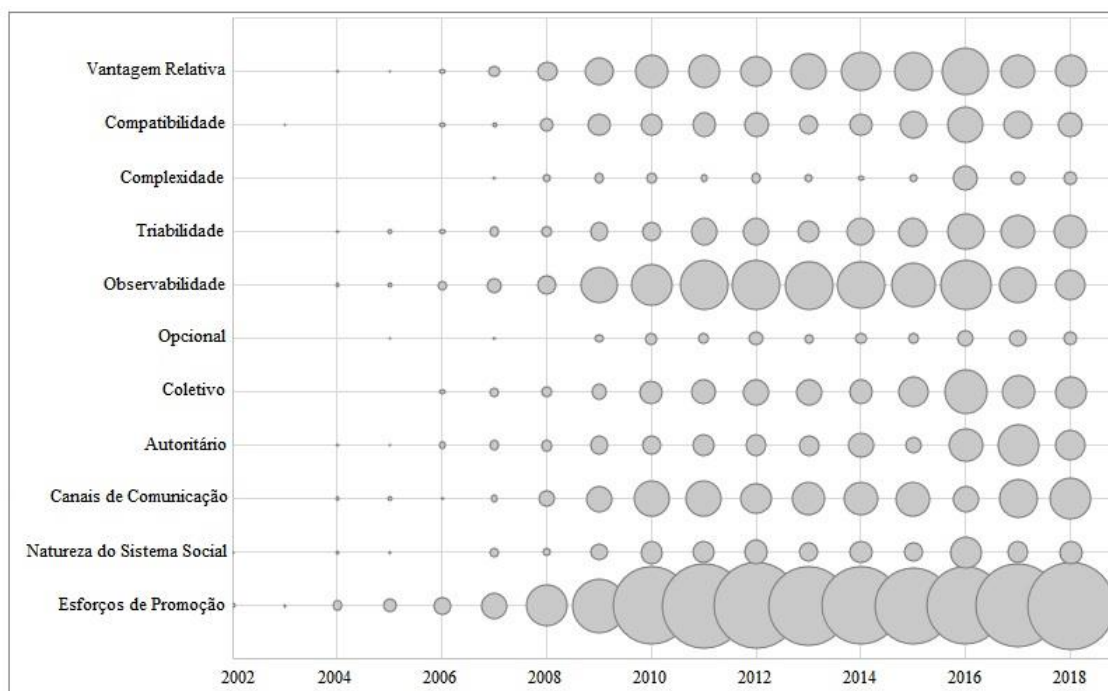
A Figura 11 apresenta a dispersão de cada categoria por ano, de forma que é possível destacar os Esforços de Promoção, a Observabilidade e a Vantagem Relativa. Os Esforços de Promoção são compreendidos como a sinergia para efeito em rede entre academia, organizações públicas, empresas automotivas e empresas de tecnologia (SILVA et al., 2019), como um modelo de tríplice hélice para construção do conhecimento (GANDIA et al., 2017) e que denota os esforços das instituições em uma coopetição em prol do desenvolvimento da tecnologia e do mercado de VAs. Sendo também importante a relação das hélices de ambientes naturais e a sociedade na construção do mercado (GANDIA et al., 2017).

A Observabilidade denota a importância da exposição da tecnologia previamente ao seu lançamento, enquanto que suas Vantagens Relativas, tanto técnicas e sociais, devem ser visualizadas para que ocorra difusão. As demais características que possuem maior destaque, como os Canais de Comunicação responsáveis por difundir as informações, e que no momento estão focados em mídias especializadas e a Compatibilidade de valores dos usuários (SILVA et al., 2019). Os tipos de decisão, Autoritário, que foi relacionado a constituição do sistema legal para regularização do mercado de VAs, e o Coletivo, relacionado as formas de utilização da tecnologia por parte dos usuários (SILVA et al., 2019).

Dessa forma, Silva et al. (2019) descrevem a evolução da tecnologia e do mercado de VAs, passando pela tecnologia de Sistemas Inteligentes, que evoluiu para os primeiros passos de automação, constituindo as pesquisas relacionadas a Infraestrutura e Benefícios da automação, e que apontam para a utilização da tecnologia como um mercado de Serviços e Compartilhamento.

Assim, é possível compreender que, o foco Esforços de Promoção são grandes impulsores da tecnologia de automação, ponto em que as notícias estão predominantes. Posteriormente, em se relacionando a Infraestrutura e Benefícios, ambos são correlacionados com as Vantagens Relativas da nova tecnologia, e que a mesma tem que se fazer observada (Observabilidade) pelo mercado, tanto o futuro mercado consumidor, quanto o atual mercado investidor e de pesquisas. Por último, a prospecção de Silva et al. (2019), em uma aproximação do mercado de Serviços e Compartilhamentos (Coletivo) para a tecnologia de VAs, é possível se pensar na Compatibilidade de Valores dos usuários com esta nova forma de comercialização, o que impulsiona a necessidade de se constituir a parte legal dessa tecnologia no mercado e nas ruas (Autoritário).

Figura 11 – Gráfico de Dispersão



Fonte: Dados da Pesquisa.

A próxima etapa visa apresentar os resultados da construção de Clusters dentro das notícias coletadas, a fim de ampliar o escopo de cada categoria e apresentar os temas mais discutidos em notícias da *web* para a difusão da tecnologia de VAs.

4.2 Análise de Clusterização

Nesta etapa, serão apresentadas as categorias da difusão de tecnologia, conforme descritas por Silva et al. (2019), e discutidas conforme os Clusters criados pelo software Orange, com base nas predefinições detalhadas na metodologia. Dessa forma, será possível verificar quais assuntos são discutidos dentro da literatura e que fazem parte do conteúdo difundido a respeito da tecnologia de VAs.

É importante destacar que as categorias têm informações muito próximas para os fatores de difusão, e para efeito dessa pesquisa, o software realizou a alocação das notícias em apenas um cluster distinto, o que gerou clusters identificados com informações similares, mas destacados em diferentes categorias da difusão.

4.3.1 Vantagem Relativa

Segundo Rogers (1995), a categoria de Vantagem Relativa é a mais fácil de ser encontrada quando do lançamento de uma nova tecnologia. Silva et al. (2019) aponta que,

para a tecnologia de VAs, as vantagens podem ser vistas em viagens mais baratas, mais rápidas, mais confortáveis, mais seguras e mais sustentáveis, incluindo opções de compartilhamento de veículos e, como benefício da tecnologia, criar opções de viagens de carro para crianças, idosos e deficientes. Nesse sentido, conforme Tabela 2, a análise de Clusterização gerou 4 clusters distintos para esta categoria:

Tabela 2 – Clusters de Vantagem Relativa

| Clusters | | Descrição | Fontes de Notícias |
|----------|--|---|---|
| 1 | Estacionamentos e Urbanismo | A tecnologia de VAs pode diminuir a necessidade de estacionamentos em até 87%, onde os espaços poderiam ser transformados em residências, hotéis, escritórios, varejo, ampliar zonas de pedestres, ciclistas e gerar novas paisagens urbanas. | Global News (2018); New Atlas (2018); Curbed (2016); Tech Crunch. |
| 2 | Segurança de Programação | Preocupações com Programação que toma decisões de segurança, onde os usuários do veículo poder ser a prioridade de segurança. Porém, durante a condução de um VA, a tecnologia pode reduzir acidentes e permitir liberdade a indivíduos com mobilidade limitada, mas pode nunca ser mais segura que condutores humanos. | The Telegraph (2015); Gizmodo (2014); Tech Republic, 2018); Bloomberg (2017). |
| 3 | Eficiência dos Transportes e Trânsito | A tecnologia de VAs tem capacidade para reduzir congestionamentos, reduzir o consumo de combustíveis, de fatalidades nas estradas, e teria impactos no meio ambiente, como redução da poluição por gases de efeito estufa. | MIT Technology Review (2017); Huff Post (2016). |
| 4 | Utilização Militar | Voltado para o uso da tecnologia de VAs para fins militares salvando vidas de soldados ao substituí-los em trabalhos potencialmente perigosos ou como ferramenta exploratória. As notícias não exploraram um enfoque da tecnologia como potencial militar destrutivo. | Jalopnik (2017); BBC (2014). |

Fonte: Dados da Pesquisa.

Apesar de não especificamente por citado por Silva et al. (2019) como uma vantagem da tecnologia de VAs, os clusters de Mudanças em formatos de Estacionamentos e Urbanismo (WADUD, 2017; DE ALMEIDA CORREIA; VAN AREM, 2016; ENOCH, 2015; DEB et al., 2017), a Segurança de Programação do condutor em relação aos VAs (FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; LITMAN, 2015), e a Eficiência dos Transportes e Trânsito (SILVA et al., 2019; MEYER ET AL., 2017; BÖSCH; CIARI; AXHAUSEN, 2016; BROWN; GONDER; REPAC, 2014; WADUD; ANABLE, 2016; FAGNANT; KOCKELMAN, 2014), já são pontos citados na literatura.

Quanto ao cluster de Utilização Militar da Tecnologia de VAs, diferente das vantagens relacionadas anteriormente, não foi identificado dentro da literatura por Silva et al. (2019) como um fator significativo para a difusão da tecnologia. Dessa forma, apesar de ser identificado como cluster, o sentido da difusão retrata a chegada de uma tecnologia ao mercado de massa (ROGERS, 1995), o que não ocorre com a tecnologia como uso

militar e não comercial. Portanto, não será considerado como parte integrante do processo de difusão, mas sim para desenvolvimento da tecnologia.

4.3.2 Compatibilidade

A Compatibilidade é descrita por Rogers (1995) como sendo os valores da inovação percebidos como consistente com os valores existentes, com as experiências passadas e as necessidades dos possíveis adotantes. Silva et al. (2019) apontam que pode ser descrito também como a compatibilidade com os valores dos consumidores dentro do sistema mobilidade, ou seja, com a redução de custos potenciais, a atitude, o estilo de vida, a personalidade e a autoimagem dos usuários, e segurança, como sendo características desta categoria. Nesse sentido, conforme Tabela 3, foram identificados 2 clusters nos textos minerados:

Tabela 3 – Clusters de Compatibilidade

| Clusters | | Descrição | Fontes de Notícias |
|----------|--------------------------------|--|---|
| 1 | Confiança na Tecnologia | Questões de confiança relacionadas a decisões tomadas por algoritmos, decisões éticas, propriedade de informações sobre passageiros, informações de rastreamento e localização, privacidade dos usuários, e de falta de controle total da condução, todos dispersos em segmentos de idade, geográficos de estilo de vida, | Digital Trends (2017); Phis Org (2016); Data Protection Report (2017); Forbes (2017). |
| 2 | Medo da Tecnologia | Focado em razões que tornam a tecnologia pouco atrativa ao usuário, como o elevado custo da automação, a segurança, diversão de conduzir um veículo que será retirada, a transição para a tecnologia de VAs que terá que lidar com humanos em carros não autônomos, pode aumentar consideravelmente os congestionamentos por parte dos carros vazios em espera dos usuários ou viagens de retorno, e a retirada de empregos nos mercados de transporte e delivery. | Read Write (2016); CNET (2013); Car Buzz (2015). |

Fonte: Dados da Pesquisa.

O cluster de Confiança na Tecnologia de VAs se padroniza na criação de confiança dos usuários da tecnologia de VAs. Mesmo que não tendo todos os tópicos apontados por Silva et al. (2019), são discutidas na literatura diferentes formas de se ganhar a confiança dos usuários, seja na forma de segurança no trânsito (FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; LITMAN, 2015), questões de atitude, estilo de vida, personalidade e autoimagem dos usuários (LANE; POTTER, 2007), ou questões éticas (HEVELKE; NIDA-RÜMELIN, 2015; LIN, 2016)

O cluster de Medo da Tecnologia de VAs se e aproximou de características mais técnicas (LANE; PORTER, 2007), onde, mesmo não categorizadas por Silva et al. (2019), já foram discutidas por Fagnant e Kockelman (2015) afirmaram a possibilidade de aumento de congestionamentos e os problemas do período de transição, enquanto que Wadud (2017) apresentou o problema da diminuição de empregos e dos custos da automação.

4.3.3 Complexidade

A complexidade é descrita por Rogers (1995) como o grau em que uma inovação é percebida como relativamente fácil ou difícil de entender e usar. Silva et al. (2019) apresentam que a literatura discute pontos como não ter necessidade de um piloto, a facilidade de independência pessoal, o aumento das opções de mobilidade, o aumento da demanda por viagens de automóveis e a quantidade de opções de viagens para crianças, idosos e deficientes. Para esta categoria, conforme Tabela 4, foram identificados 3 clusters:

Tabela 4 – Clusters de Complexidade

| Clusters | | Descrição | Fontes de Notícias |
|----------|---------------------------|---|--|
| 1 | Tempo Livre | Focado nas possíveis formas de utilização do tempo livre dentro de um VA, objetiva explorar como as pessoas gastarão seu tempo em VAs e como os fabricantes podem adaptar melhor suas cabines para trabalho, descanso ou diversão. Os VAs estão influenciando o design de interiores, discutindo a necessidade ou não de um volante e que pode ser feito com o tempo livre durante o percurso. Há indicativos de pesquisas relacionadas a usuários que poderão se comunicar com usuários de outros veículos, a aumento das relações sexuais nos veículos durante o transporte, assistir programas de televisão, acessar a internet e principalmente dormir. | New Atlas (2017); Read Write (2016); Auto Car (2016); Forbes (2016); The News Wheel. |
| 2 | Revolução da Mídia | Relacionado a possível revolução nos mercados e conteúdos de mídia, é possível que o VA seja um novo meio de marketing, como uma sala de estar, com superfícies multimídia para visualização de uma variedade de mídias e experiências de publicidade e marca, tanto para plataformas de streaming, quanto de jogos, todos com realidade aumentada nos espaços do veículo. | Forbes (2018); Wired (2017) |
| 3 | Facilidade de Uso | Focado em uma característica física do veículo, a retirada do volante, indica um facilitador da experiência de viagem. A ideia de retirar o controle do veículo do usuário é concebida para evitar as falhas humanas na condução. | Futurism (2017); Mashable (2016); Gizmodo (2016). |

Fonte: Dados da Pesquisa.

Apesar da revisão de Silva et al. (2019) não detalhar as formas de utilização do Tempo Livre presente no Cluster 1 como uma característica da difusão, autores como Mercy, Hostens e Pipeleers (2018) e Antonialli et al. (2017), já discutiram a questão do tempo livre durante viagens de VAs. Quanto a Revolução da Mídia em VAs, não foram identificados autores que tenham feito esta análise, porém, o ambiente de viagem pode ser atrativo e interativo para a experiência de usuários, portanto é um cluster não identificado como categoria por Silva et al. (2019).

Para o último, a Facilidade de Uso da tecnologia de VAs, apesar de não citar a retirada do volante de um VA como sendo uma característica facilitadora ou simplificadora da experiência, Silva et al. (2019), SAE *International* (2016) Frazzoli, Dahleh e Feron (2002) ressaltam a não necessidade de um condutor, portanto a não necessidade de um volante. Para tanto, vale ressaltar que a retirada do volante seria focado em veículos nível 5 da SAE (2016), totalmente autônomos e com permissão para circulação em todo tipo de via.

4.3.4 Triabilidade

A Triabilidade é definida por Rogers (1995) como sendo em que a inovação pode ser experimentada, visto que as inovações que podem ser experimentadas geralmente serão adotadas mais rapidamente. Silva et al. (2019) identificou que a Triabilidade, como possibilidade de testar a nova tecnologia, pode ser encontrada na literatura na forma de modelos intermediários de transporte (centrados no compartilhamento), experiências de viagem individual a preços baixos e até mesmo a liberação de leis para testes com VAs. Dessa forma, conforme Tabela 5, para esta categoria foram identificados 2 clusters:

Tabela 5 – Clusters de Triabilidade

| Clusters | | Descrição | Fontes de Notícias |
|----------|--|--|--|
| 1 | Testes de Serviços de Mobilidade | Focado na realização de testes da tecnologia para utilização como serviços, onde constam informações de liberações para testes por países ou usuários, em serviços individuais ou coletivos. | Independent (2018) RT (2016), Business Standart (2014); The Guardian (2017); Tech Public (2018). |
| 2 | Teste de Serviços de Carga e Entregas | Este cluster indica a realização de testes de uso da tecnologia de VAs como um possível serviço de carga e entregas realizado por várias empresas em diferentes cidades e países. | IT News (2017); The Straits Times (2018); Japan Times (2018); The Verge (2016). |

Fonte: Dados da Pesquisa.

Este primeiro cluster focado na realização de Testes de Serviços de Mobilidade com VAs, conforme apontado por Silva et al. (2019), é uma característica da difusão. Autores

como Schoitsch (2016) e O'Brien (2012), tratam a importância da realização de testes e suas liberações para desenvolvimento da tecnologia e, logo, da sua posterior difusão.

Quanto ao segundo cluster, Teste de Serviços de Carga e Entregas, Silva et al. (2019) indica que muitos testes já estão sendo realizados para uso da tecnologia de VAs como um possível serviços. Assim como suportado pelos autores Schoitsch (2016) e O'Brien (2012), em que são frequentes e muitos locais já estão se adaptando a tecnologia de VAs.

4.3.5 Observabilidade

Rogers (1995) aponta que a Observabilidade é o grau em que os resultados de uma inovação são visíveis para os outros, no que Silva et al. (2019) apresentam que a Observabilidade contempla forma de divulgar a tecnologia através de demonstrações, lançamentos, competições como o Darpa, feiras ou eventos e formas divulgação da tecnologia e desenvolvimento de protótipos são características desta categoria, que tem por função atrair a atenção para a nova tecnologia. Dessa forma, a categoria Observabilidade apresenta 3 clusters conforme Tabela 6 abaixo:

Tabela 6 – Clusters de Observabilidade

| Clusters | | Descrição | Fontes de Notícias |
|----------|-------------------------------------|---|--|
| 1 | Protótipos e Carros Conceito | Os Protótipos e Carros Conceito intentam por apresentar o futuro da tecnologia de VAs, de forma a trazer uma ideia dos benefícios e da proximidade da tecnologia no mercado. | Clean Technica (2015); Car Advice (2012); Business Insider (2017). |
| 2 | Eventos, Feiras e Shows | Relacionado a apresentações da tecnologia em Eventos, Feiras e Shows, atraindo a atenção da mídia especializada e do público para a tecnologia e seus benefícios. | Motor Authority (2015); Euro News (2016); Tech Republic (2016); CNBC (2018). |
| 3 | Demonstrações | Diferente da ideia de apresentação da tecnologia em eventos, as demonstrações têm por funcionalidade colocar a tecnologia parcial ou totalmente finalizada em estado de uso para divulgar a viabilidade técnica para o público. | Robotics and Automation (2016); Detroit News (2016); Detroit News (2017), |

Fonte: Dados da Pesquisa.

Conforme apontado por Silva et al. (2019), os Protótipos e Carros Conceito são um fator importante para difusão da tecnologia. Segundo Urmson (2015), os protótipos são uma forma de apresentar a viabilidade técnica da tecnologia, e para Fagnant e Kockelman (2015), os mesmos tem potencial para impulsionar a visibilidade da tecnologia. Para tanto, como a tecnologia ainda não está disponível comercialmente, os protótipos de níveis mais elevados de automação têm papel importante no ambiente de difusão.

Quanto ao cluster 2, Eventos, Feiras e Shows, estes são descritos por Silva et al. (2019) como parte do processo de difusão, Fagnant e Kockelman (2015) apontam que estes impulsionam tanto a visibilidade quanto a expansão dessa tecnologia. O cluster 3, as Demonstrações de VAs também descritas por Silva et al. (2019) como parte do processo de difusão. Como ainda não é uma tecnologia disponível no mercado, as demonstrações são uma grande fonte de informação para a mídia e para o público, o que amplia a divulgação em canais de comunicação de forma a ganhar confiança sobre a tecnologia (WADUD, 2017).

4.3.6 Decisão – Opcional

Segundo Rogers (1995), o tipo de decisão Opcional, como adoção individual e por escolha. Silva et al. (2019) descreve como a decisões do indivíduo em relação a posse ou uso de veículos de forma particular, compartilhada, ou da Mobilidade como Serviço. Apesar de englobar temas distintos, conforme Tabela 7, esta categoria gerou apenas um clusters.

Tabela 7 – Clusters de Decisão Opcional

| Clusters | | Descrição | Fontes de Notícias |
|----------|---|--|---|
| 1 | Decisão entre Propriedade, Compartilhamento e Serviços | A propriedade e compartilhamento de veículos fazem parte do processo de decisão do usuário, indicando a abertura de uma possibilidade, já difundida na mídia, sobre a utilização da tecnologia de VAs. A tendência de segmentos da sociedade e evitar a posse de veículos é outro ponto que reforça o mercado de compartilhamento. | Mashable (2016); Digital Trends (2017); Singularity Hub (2018); Wired (2016). |

Fonte: Dados da Pesquisa.

Conforme apontado por Silva et al. (2019), a Decisão entre Propriedade, Compartilhamento e Serviços de VAs fazem parte do processo de decisão individual do usuário. Apesar de serem temas distintos, Propriedade, Compartilhamento e Serviços, como este mercado ainda não está definido, não foram separados em clusters, apontando para as três possibilidades de escolha do usuário. Conforme autores como Wadud e Anable (2016), Wadud (2017) e Johnson (2015) discutem as três opções que a nova tecnologia pode oferecer.

4.3.7 Decisão – Coletivo

Segundo Rogers (1995), o tipo de decisão Coletivo é utilizado para tomada de decisão por grupos ou organizações. Para Silva et al. (2019), este tipo de decisão pode ser encontrada

em setores de frete e logística, prestadores de serviços de mobilidade comercial (Uber e Lyft) ou compras de negócios (frota, caminhões de carga). Como não ocorre ainda decisão de adoção coletiva do VAS, optou-se por buscar informações em relação ao uso dos VAs por grupos de pessoas como forma de serviços de transporte como ônibus ou de cargas como caminhões. Conforme Tabela 8, foram encontrados 3 clusters para esta categoria:

Tabela 8– Clusters de Decisão Coletivo

| Clusters | | Descrição | Fontes de Notícias |
|----------|---|---|--|
| 1 | Serviços de Entrega | Este cluster é focado na utilização da tecnologia de VAs para realização de serviços de entrega. | BBC News (2016); CNBC (2016). |
| 2 | Serviços de Transporte Coletivo | Conforme apontado por este cluster, os veículos de transporte coletivo como os ônibus, são uma forte tendência no mercado. Os VAs para transporte que estão sendo apresentados e testados são importantes para difusão e confiança do mercado, além de ser importantes para o desenvolvimento urbano. | Digital Trends (2016); PR Newswire (2016); The Guardian (2016); Engineering and Technology (2016); Gizmodo (2015, atualizado em 2018). |
| 3 | Serviços de Transporte de Cargas | O maior dos três clusters é referente ao uso de VAs para transporte de cargas. Esta é uma tecnologia atualmente disponível e em fase de testes que tendem a ter um grande impacto nos negócios, já que poderiam substituir as frotas corporativas para entregas. | Robotics Tomorrow (2018); CCJ Digital (2015); Trucks (2016). |

Fonte: Dados da Pesquisa.

Conforme Wadud (2017), os prestadores de serviços podem ser um dos primeiros adotantes da tecnologia de automação. Silva et al. (2019) apontam que estes tipos de serviços já são amplamente discutidos na literatura, onde Wadud (2017) e Grewal, Roggeveen e Nordfalt (2017) tratam a temática de Serviços de Entrega em relação as atividades comerciais, facilitando decisões e ações logísticas, Mejia-Dugand, Hjelm, Baas e Rios (2013), Enoch (2015) e Wadud (2017) tratam da importância dos Serviços de Transporte Coletivo, e Lane e Potter (2007) e Wadud (2017), tratam dos Serviços de Transporte de Cargas para a tecnologia de VAs como um potencial para ser uma disrupção ainda maior que o mercado tradicional de veículos.

4.3.8 Decisão - Autoritário

Rogers (1995) aponta que o tipo de decisão Autoritário pode ser uma forma de normatização governamental para adequação a nova tecnologia, por questões de segurança ou benefícios sociais. Silva et al. (2019) aponta ainda que pode ser encontrado na formulação de leis que podem avançar a difusão da tecnologia ou retardar sua chegada. Dessa forma, como ainda não ocorreu o lançamento da tecnologia ou sua adoção Autoritária, mas presente no ambiente de difusão, para esta pesquisa foram consideradas as legislações construídas para fomentar práticas e pesquisas ou para barrar possíveis

falhas, optou-se por buscar informações em relação a legalização dos VAs como um todo. Para esta categoria, conforme Tabela 9, foram encontrados 2 clusters:

Tabela 9 – Clusters de Decisão Autoritário

| Clusters | | Descrição | Fontes de Notícias |
|----------|---|---|---|
| 1 | Legislação para Uso da Tecnologia | Este cluster aponta para leis federais e estaduais no âmbito de desenvolvimento da tecnologia de VAs, aprovando permissões para circulação em estradas, reduzir os bloqueios em estradas, priorizando a segurança e fortalecer a segurança cibernética, reforçar funções federais e estaduais, educar melhor o público sobre a tecnologia emergente e atrair investimentos das empresas que desenvolvem a tecnologia. | Eno Trans (2017); Futurism (2017); The Hill (2017). |
| 2 | Legislação para Testes da Tecnologia | Este cluster aponta para regulamentações de testes das empresas que desenvolvem a tecnologia de VAs, sejam permissões por cidade, estado ou federais. | The Verge (2017), CS Monitor (2016). |

Fonte: Dados da Pesquisa.

Conforme apontado por Silva et al. (2019), a literatura já discute a importância de legislações que impulsionem a tecnologia de VAs nas ruas. Autores como O'Brien (2012) e Schreurs e Steuwer (2015) discutem como o desenvolvimento tecnológico está indo além do ambiente regulatório, na necessidade deste acompanhar a tecnologia, e O'Brien (2012) discute como as leis para testes fazem parte do processo de impulsionar a tecnologia nas ruas, enquanto Schreurs e Steuwer (2015) apontam que o próprio desenvolvimento tecnológico pressiona os governos para mudanças regulatórias favoráveis aos testes em estrada.

4.3.9 Canais de comunicação

Rogers (1995) aponta um canal de comunicação é o meio pelo qual uma mensagem chega de uma fonte a um receptor, enquanto que Silva et al. (2019), complementa que os veículos de mídia de massa possuem um papel importante para divulgação da tecnologia. Segundo o autor, a divulgação dos programas de VAs, a apresentação de VAs em eventos, as demonstrações de veículos de passeio ou uso para entrega de mercadorias como o caso de caminhões automatizados fazem parte desta categoria. Conforme Tabela 9, foram encontrados 10 clusters para esta categoria.

Tabela 10 – Clusters de Canais de Comunicação

| Clusters | | Descrição | Fontes de Notícias |
|----------|--------------------|--|-------------------------------------|
| 1 | Entrevistas | As entrevistas, sejam realizadas em feiras e eventos do ramo automobilístico, são um forte indicativo do caminho que a tecnologia de automação de veículos tende a tomar no mercado. Este cluster apresenta as notícias relacionadas a | Market Wired (2015); Forbes (2015). |

| | | | |
|---|----------------------------|---|---|
| | | entrevistas relacionadas as montadoras que desenvolvem esta tecnologia. | |
| 2 | Relatórios Oficiais | Outra ferramenta importante para difusão da tecnologia, os relatórios gerados pelas próprias empresas do setor e por empresas independentes, de forma que ajudam a traçar o panorama do desenvolvimento da tecnologia e do mercado. | Lexology (2017); Pittsburgh Business Times (2018); Automotive World (2018). |

Fonte: Dados da Pesquisa.

As Entrevistas, seja realizada em eventos ou feiras especializadas, podem apontar grandes mudanças do cenário trazido pela tecnologia de VAs. Conforme apontado por Silva et al. (2019) e em conformidade com o relatório Gartner, (2015), os veículos de mídia de massa possuem um papel importante para divulgação da tecnologia.

Os Relatórios Oficiais não foram citados por Silva et al. (2019) como um fator para difusão da tecnologia. Como o processo de difusão se concentra em mídias de massa, de forma a tornar a tecnologia mais acessível, os relatórios não foram considerados parte do processo. Porém, o uso de relatórios pode ser utilizado dentro da literatura por ser informação oficial das organizações, conforme Silva et al. (2019) que comparou os dados apontados pelo relatório KPMG (2018) com a evolução da literatura de VAs.

4.3.10 Natureza do Sistema Social

Rogers (1995) aponta que as normas do sistema e o grau em que a estrutura da rede de comunicação exibe um alto grau de interconectividade são especialmente importantes. Silva et al. (2019) aponta que são as ligações sociais com o novo sistema da tecnologia, com o mercado ou sua mudança. Segundo o autor, muitos fatores podem ser considerados nestes processo, tais como visualização dos benefícios dos VAs como impulsores da opinião pública, a espera pela comercialização dos VAs, as apresentações e demonstrações, que podem comprovar a viabilidade técnica e impulsionar a tecnologia, e a sinergia para efeito em rede entre academia, organizações públicas, empresas automotivas e empresas de tecnologia. Para esta categoria, foram encontrados 3 clusters conforme Tabela 11 abaixo:

Tabela 11 – Clusters de Natureza do Sistema Social

| Clusters | | Descrição | Fontes de Notícias |
|----------|-------------------------|--|--|
| 1 | Classes Sociais | Este primeiro cluster levanta uma questão de maior preocupação, as classes sociais terem acesso à tecnologia de VAs, onde questiona-se se as classes mais pobres terão acesso a tecnologia e quando isso pode ocorrer. | Jalopnik (2017); Digital Trends (2016); Computer Business Review (2017). |
| 2 | Compartilhamento | Este cluster faz menção a mudança do paradigma social de propriedade de veículos para | Forbes (2016); Automotive News Europe (2016). |

| | | | |
|---|-----------------------------|--|--|
| | | compartilhamento de veículos e como esse modelo de negócios pode ocorrer em diferentes países | |
| 3 | Cidades Inteligentes | Este terceiro cluster é focado na relação dos VAs com as cidades inteligentes, onde os VAs e as cidades inteligentes são peça chave para administrar o sistema de transporte, sendo necessárias para necessárias para implantar a infraestrutura digital, conectar carros, reduzir o congestionamento e tornar as estradas mais seguras. | ZDNet (2017); Engadget (2017) Network World (2017) Forbes (2018) |

Fonte: Dados da Pesquisa.

Parte do processo de difusão é a massificação da tecnologia (Rogers, 1995), de forma que a proposta de Silva et al. (2019) não considerou as Classes Sociais como fator da difusão o acesso a classes mais baixas, mas este fator é o ponto decisivo para cruzar o abismo (Moore, 2001) e difundir a tecnologia. Dessa forma, autores como Bösch, Ciari e Axhausen (2018), que tratam a automação do transporte público de massa, ou Cohen e Cavoli (2019) que trata de uma abordagem de governança “laissez-faire” para cenários de absorção em massa da tecnologia de VAs, mas não há definição a respeito de como e quando essa proliferação deve ocorrer.

Quanto ao cluster de Compartilhamento de VAs, a cultura de compartilhamento reflete a construção das categorias conforme apresentado por Silva et al. (2019), onde vários autores como Krueger, Rashidi e Rose (2016), Burns et al. (2013) e Enoch (2015) tratam da temática.

Por último, as cidades inteligentes não foram tratadas por Silva et al. (2019) como característica da difusão da tecnologia. Porém, autores como Arena e Ticali (2019) tratam do desenvolvimento de infraestruturas apropriadas, como cidades inteligentes para desenvolvimento da tecnologia de VAs, e Gáspár e Németh (2019), tratam das interações de VAs em cidades inteligentes para aumento da eficácia e segurança no trânsito, de forma que a tecnologia de cidades inteligentes é um importante fator para desenvolvimento da tecnologia de automação e da sua difusão.

4.3.11 Esforços de Promoção dos Agentes de Mudança

Segundo Rogers (1995), os Esforços de Promoção dos Agentes de Mudança é a força de influência dos agentes promotores de mudança em relação a nova tecnologia. Silva et al. (2019) aponta que os Esforços de Promoção são parte da sinergia para efeito em rede entre academia, organizações públicas, empresas automotivas e empresas de

tecnologia para desenvolvimento da tecnologia e do ambiente de VAs. Dessa forma, para a última categoria, conforme Tabela 12, foram encontrados 3 clusters:

Tabela 12 – Clusters de Esforços de Promoção dos Agentes de Mudança

| Clusters | | Descrição | Fontes de Notícias |
|----------|--|--|--|
| 1 | Investimentos em Startups | Este cluster de Esforços de Promoção é focada na participação de startups no mercado de VAs. Este é um mercado avaliado em 7 trilhões de dólares e é um mercado atrativo para startups de várias áreas distintas. O que torna impulsiona este cluster são os investimentos que as startups estão recebendo por parte de grandes empresas para a pesquisa de automação de veículos. | IEEE Spectrum (2017); Business Insider (2016); Computer World, 2016); Detroit Free Press (2016); Reuters (2017); Investopedia (2017); CNBC (2017). |
| 2 | Parcerias e Aquisições entre Empresas | Este cluster é focado na parceria ou aquisição de empresas para desenvolvimento da tecnologia de VAs. Neste cluster é possível verificar empresas que fazem parcerias para suprir uma demanda tecnológica ou ampliar o escopo de atuação no mercado de VAs entre empresas iniciantes e empresas já estabelecidas no mercado. | Invese (2016); Automotive News (2018); Stanford (2007); The Drive (2018); Detroit News (2018), |
| 3 | Parcerias entre Empresas e Governos | Este último cluster se refere as parcerias entre Empresas e Governos com o objetivo de fomentar a tecnologia de VAs, podendo ser para testes, pesquisa ou produção. | Wbur (2016); Tech Crunch (2013); CNBC (2018); Forbes (2018) |

Fonte: Dados da Pesquisa.

Silva et al. (2019) apontam para a sinergia entre empresas, governos e academia para desenvolvimento da tecnologia e do ambiente de VAs, dentro da proposta de tríplice hélice da tecnologia de VAs de Gandia et al. (2017). Dessa forma, o clusters de Investimentos em Startups, que é de grande importância e tende a crescer juntamente com o mercado de VAs, e o cluster de Parcerias e Aquisições entre Empresas, que integra a sinergia entre empresas para desenvolvimento da tecnologia e do ambiente de VAs (Silva et al., 2019), devem combinar dados e colaborar para crescimento da indústria (LANG et al., 2016). Mosquet, et al. (2015) apontam ainda que os participantes do setor devem colaborar para superar os desafios tecnológicos (MOSQUET et al., 2015).

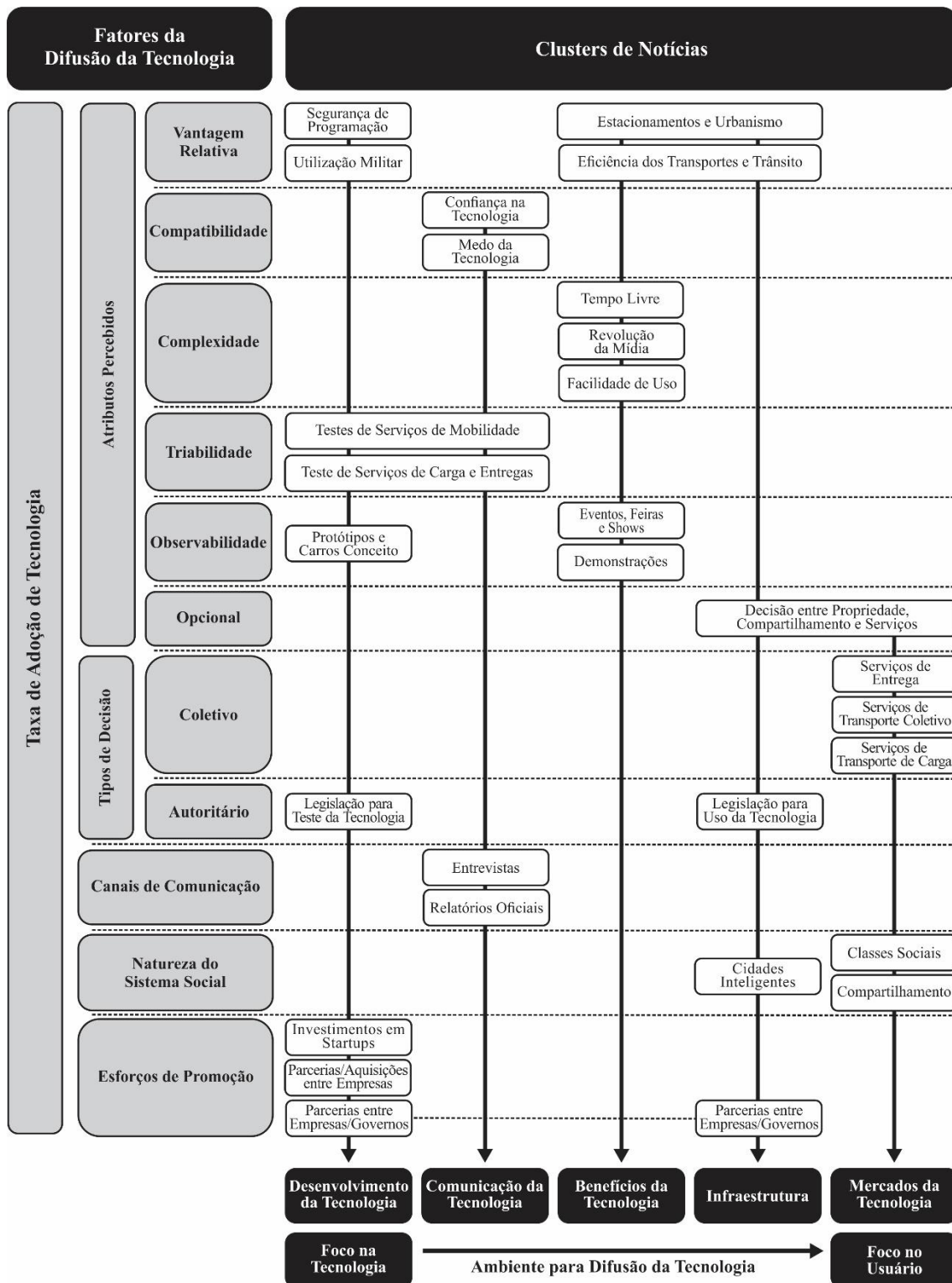
Por último, o cluster de Parcerias entre Empresas e Governos, conforme apontado por Silva et al. (2019), também é uma fonte de sinergia entre empresas para desenvolvimento da tecnologia e do ambiente de VAs. A parceria entre governos, cidades e empresas é uma ferramenta fundamental para constituição desta tecnologia, incluindo tópicos de infraestrutura, legislação, inovação e interconectividade (FRISONI et al., 2016).

Fator importante a ser destacado, a parceria focada em Universidades não foi detectada como cluster, porém, entre startups, grandes companhias e governos, todos possuem parcerias com alguma Universidade, deixando claro a força destas instituições dentro dos Esforços de Promoção para desenvolvimento desta tecnologia.

4.4 Framework de Clusters

Conforme relação de clusters acima descritos, é possível criar um framework relacionados aos 28 clusters de notícias dentro do modelo de difusão de tecnologia apresentado por Silva et al. (2019). De acordo com a Figura 13 que apresenta os clusters dentro do modelo, eles foram dispostos de modo que culminam na Taxa de Adoção da Tecnologia:

Figura 12 – Framework do Ambiente de Difusão da Tecnologia de VAs



Fonte: Dados da Pesquisa.

Dentre os clusters gerados, os únicos que não foram citados por Silva et al. (2019) como fatores de difusão são: Uso Militar da Tecnologia de VAs, Revolução da Mídia em VAs, Relatórios Oficiais, Classes Sociais, Cidades Inteligentes.

É importante ressaltar que, conforme Rogers (1995), a difusão é tida como o processo em que os fatores que motivam a adoção da inovação são comunicados dentro de

um sistema social e a Taxa de Adoção, que é calculada com base na quantidade de usuários que adotam a inovação, só pode ser definida quando a difusão ocorre.

Dessa forma, o Framework apresenta separadamente as características encontradas na literatura. É possível que outros pontos relevantes sejam ainda encontrados, tanto na literatura quanto nas discussões em notícias, porém, como a técnica de Clusterização visa criar grupos de dados com base em sua maior proximidade, tais características podem não ter tido uma quantidade de citações para se tornar relevante no momento da pesquisa.

Dessa forma, foram identificadas 5 categorias de difusão da tecnologia que são comuns entre os 28 clusters. Portanto, para que ocorra o Ambiente de Difusão da Tecnologia (Figura 12), é importante que a mesma passe pelo processo de difusão das informações relacionadas ao Desenvolvimento da Tecnologia, que posteriormente ocorra a Comunicação da Tecnologia em si, seguida da difusão dos Benefícios da Tecnologia e da Infraestrutura necessária para sua implementação e, por último, dos Mercados da Tecnologia, apontando os possíveis novos modelos de negócios que a mesma pode trazer.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo se propôs a discutir os fatores apresentados pela mídia e que influenciam a difusão da tecnologia dos VAs. Dessa forma, tomando por base os fatores apresentados na literatura por Silva et al. (2019), este artigo fez uso da técnica de mineração textual, onde propôs uma metodologia de classificação automática de dados através de mineração de textos (*Text Mining*) a respeito das informações sobre VAs e, conforme textos minerados, pode apresentar um panorama das notícias e comparar com o modelo de difusão da tecnologia de VAs.

O artigo apresentou que uma taxa de 73,8% de acerto para as notícias dentro de 12 categorias, considerando a categoria “Nenhum”, que foi utilizada para limpar a amostra. Das 19.133 notícias mineradas, 11.017 notícias foram categorizadas dentro do modelo de Silva et al. (2019), que detalha o modelo de difusão de Rogers (1995) para a tecnologia de VAs.

Foi possível verificar que, mesmo com um crescimento constante das notícias circulando na mídia, os Esforços de Promoção, que correspondem a esforços para desenvolvimento da tecnologia e do mercado foram mais discutidos devido a se tratar da junção de esforços de empresas, startups, governos e universidades, que possuem uma

relação com todos os outros fatores. Outros fatores mais desenvolvidos foram a Observabilidade, que visa mostrar a tecnologia, e da Vantagem Relativa, que visa apresentar as vantagens da nova tecnologia em relação a existente no mercado.

Os termos mais discutidos apontam também para o desenvolvimento, pois são relacionados a empresas montadoras de veículos ou empresas de tecnologia, e estão associados a termos como “*Truck*”, “*Service*”, “*Future*”, “*Market*” e “*Connect*”. Juntos, estes principais termos, associados as montadoras que também foram relacionadas, trazem um indicativo de um possível mercado de serviços conectados relacionado a tecnologia de VAs.

Dos cluster gerados, 28 no total, apenas 5 não foram apresentados por Silva et al. (2019) como fatores de difusão da tecnologia, porém também já foram discutidos pela literatura de VAs, mesmo que em menor número. O cluster Uso Militar da Tecnologia de VAs, mesmo que não seja importante para difusão da tecnologia, é importante para desenvolvimento da tecnologia, o que gera uma forma de benefício para o mercado.

Com base no processo de decisão de inovação de Rogers (1995), de modo que a tecnologia ainda não está disponível no mercado para decisão, os clusters de dados aqui apresentados contribuem para construção das etapas de conhecimento e persuasão da tecnologia. As categorias apresentadas no Framework do Ambiente de Difusão da Tecnologia de VAs (Figura 12), Desenvolvimento da Tecnologia, Comunicação da Tecnologia, Benefícios da Tecnologia, Infraestrutura e Mercados da Tecnologia, direcionam um caminho para a difusão desta tecnologia no mercado.

Para tanto, com base na Curva S de Inovação apresentada pro Litman (2018), é possível identificar que existe um caminho a ser desenvolvido até o momento da difusão da tecnologia, onde Silva et al. (2019) apresentam que, mesmo que a difusão da tecnologia só aconteça ao atingir a massa de usuários, o ambiente de difusão pode começar antes, de forma a estimular o interesse pela tecnologia.

Este artigo contribuiu para identificar os fatores que influenciam a difusão da tecnologia de VAs dentro do do Ambiente de Difusão da Tecnologia de VAs e, limitou-se a construção de pesquisas a apenas o termo “*Autonomous Vehicles*”, podendo as pesquisas serem ampliadas a outros termos que englobam o nome desta tecnologia. Este artigo limitou-se também ao uso apenas do *software* Orange, sendo que o uso de outros *softwares* pode trazer outras informações relevantes para o processo de difusão da tecnologia.

Sugere-se para pesquisas posteriores relacionar de forma mais profunda a conexão entre a oferta de serviços e as empresas que desenvolvem a tecnologia de VAs, de modo

que este pode ajudar a traçar novos caminhos. Sugere-se também aprofundar na relação entre Empresas/Startups, Governos, Universidades, de modo que este tem sido a base de desenvolvimento da tecnologia e das notícias e podem ser uma importante fonte de direcionamentos do mercado. Por último, sugere-se acompanhar o desenvolvimento de cada cluster citado e o aparecimento de novos clusters, como a tecnologia e sua difusão ainda estão em desenvolvimento, novas informações podem aparecer como relevantes para o mercado.

REFERÊNCIAS

AARON HUFF. **Dealing with the trade-offs of autonomous trucks**. CCJ Digital, 2015. Disponível em: <<https://www.ccjdigital.com/dealing-with-the-trade-offs-of-autonomous-trucks/>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

ABDUL MONTAQIM. **Nissan demonstrates Autonomous Car Technology at G7 Summit**. Robotics & Automation News, 2016. Disponível em: <<https://roboticsandautomationnews.com/2016/05/27/nissan-demonstrates-autonomous-car-technology-at-g7-summit/4800/>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

ALAN OHNSMAN. **Apple's Self-Driving Car Future Looks To Be About Apps And Services, Not An iCar**. Forbes, 2017. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/alanohnsman/2017/04/18/apples-self-driving-car-future-looks-to-be-about-apps-and-services-not-an-icar/#668987c05d2b>>. Acesso em: 19 jan, 2019.

ALEX DAVIES. **Maven, GM's car-sharing scheme, is really about a driverless future**. Wired, 2016. Disponível em: <<https://www.wired.com/2016/01/maven-gms-car-sharing-scheme-is-really-about-a-driverless-future/>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

ALEX HERN. **Ocado's self-drive vehicle makes deliveries in first UK trials**. The Guardian, 2017. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/business/2017/jun/27/ocados-self-drive-vehicle-makes-deliveries-in-first-uk-trials>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

ALEXANDRIA SAGE. **Ford to invest \$1 billion in autonomous vehicle tech firm Argo AI**. Reuters, 2017. Disponível em: <<https://www.reuters.com/article/us-ford-autonomous-investment/ford-to-invest-1-billion-in-autonomous-vehicle-tech-firm-argo-ai-idUSKBN15P2J3>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

ALICE KLEIN. **Tesla driver dies in first fatal autonomous car crash in US**. New Scientist, 2016. Disponível em: <<https://www.newscientist.com/article/2095740-tesla-driver-dies-in-first-fatal-autonomous-car-crash-in-us/>>. Acesso em: 19 jan, 2019.

ALISSA WALKER. **5 Cities With Driverless Public Buses On The Streets Right Now**. Gizmodo, 2015. Disponível em: <<https://gizmodo.com/5-cities-with-driverless-public-buses-on-the-streets-ri-1736146699>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

ALISSA WALKER. **Google's Autonomous Car Is Programmed to Speed Because It's Safer.** Gizmodo, 2014. Disponível em: <<https://gizmodo.com/googles-autonomous-car-is-programmed-to-speed-because-i-1624025227>>. Acesso em: 19 jan, 2019.

ALISSA WALKER. **Why Self-Driving Cars Should Never Have Steering Wheels.** Gizmodo, 2016. Disponível em: <<https://gizmodo.com/why-self-driving-cars-really-shouldnt-ever-have-steerin-1758292942>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

ALLANO, S. Preface of the book “The Automobile Revolution: Towards a New ElectroMobility Paradigm”. In: ATTIAS, D. (2017). **The Automobile Revolution: Towards a New Electro-Mobility Paradigm.** (1st ed.). Gewerbestrasse (Switzerland): Springer International Publishing, 2017.

ANDERSON, J. M.; KALRA, N.; STANLEY, K. D.; SORENSEN, P.; SAMARAS, C.; OLUWATOLA, O. A. Autonomous vehicle technology - A guide for policymakers. Santa Monica, California: **RAND Corporation**, 2014.

ANDREW HARD. **Interview: Ford’s Jim McBride talks driverless cars, autonomous safety, and more.** Digital Trends, 2017. Disponível em: <<https://www.digitaltrends.com/cars/interview-with-fords-autonomous-vehicle-leader-jim-mcbride-ces-2017/>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

ANDREW J. HAWKINS. **Apple just received a permit to test self-driving cars in California.** The Verge, 2017. Disponível em: <<https://www.theverge.com/2017/4/14/15303338/apple-autonomous-vehicle-testing-permit-california>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

ANDREW J. HAWKINS. **Uber is coming to Detroit, possibly to test its self-driving cars.** The Verge, 2016. Disponível em: <<https://www.theverge.com/2016/9/19/12977268/uber-new-detroit-facility-autonomous-car-test>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

ANMAR FRANGOUL. **Canadian university to partner with Chinese institutes on connected and autonomous vehicles.** CNBC, 2018. Disponível em: <<https://www.cnbc.com/2018/03/16/canadians-to-partner-with-chinese-on-connected-autonomous-vehicles.html>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

ANTHONY CRAWFORD. **Volkswagen Trimaran concept previews 2025 Autonomous Vehicle.** Caradvice, 2012. Disponível em: <<https://www.caradvice.com.au/189135/volkswagen-trimaran-concept-kosin-voravattayagon/>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

ANTONIALI, F.; CAVAZZA, B. H.; GANDIA, R. M.; NICOLAÏ, I.; NETO, A. M.; SUGANO, J. Y.; ZAMBALDE, A. L. **Autonomous Vehicles, are They “Riding” in a Blue Ocean?** 12th European Conference on Innovation and Entrepreneurship - ECIE 2017, Sep 2017, Paris, France. 2017.

ARENA, F.; TICALI, D. **The development of autonomous driving vehicles in tomorrow's smart cities mobility.** International Conference of Computational Methods in Sciences and Engineering Greece, Vol. 2040, 30 Nov, 2019.

ARJUN KHARPAL. **SoftBank, GM and BMW invest \$159 million into driverless car start-up Nauto.** CNBC, 2017. Disponível em:

<<https://www.cnbc.com/2017/07/19/softbank-gm-invest-159-million-into-driverless-car-startup-nauto.html>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

ASHLEY COATES. **Nissan to trial Autonomous Cars in London next month.** Independent, 2017. Disponível em: <<https://www.independent.co.uk/life-style/motoring/nissan-to-trial-autonomous-cars-in-london-next-month-a7533101.html>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

ATTIAS, D. The Autonomous Car, a Disruptive Business Model? In: ATTIAS, D. (2016). **The Automobile Revolution: Towards a New Electro-Mobility Paradigm.** (1st ed.). Gewerbestrasse (Switzerland): Springer International Publishing, 2016.

ATTIAS, D.; MIRA-BONNARDEL, S. Extending the Scope of Partnerships in the Automotive Industry Between Competition and Cooperation. In: ATTIAS, D. (2016). **The Automobile Revolution: Towards a New Electro-Mobility Paradigm.** (1st ed.). Gewerbestrasse (Switzerland): Springer International Publishing, 2016.

AUTOMOTIVE WORLD. **‘Special report: ADAS – a stepping stone to autonomous driving?’.** Automotive World, 2018. Disponível em: <<https://www.automotiveworld.com/news-releases/special-report-adas-stepping-stone-autonomous-driving-automotive-world/>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

BALA SUBRAMANIAM. **Volvo's first self-driving Autopilot cars being tested on public roads in Sweden.** Business Standart, 2014. Disponível em: <https://www.business-standard.com/article/news-cd/volvo-s-first-self-driving-autopilot-cars-being-tested-on-public-roads-in-sweden-114050201450_1.html>. Acesso em: 20 jan, 2019.

BIZ CARSON; KAITLYN YARBOROUGH. **Stealth startup Zoox lands \$200 million for its secretive self-driving car.** Business Insider, 2016. Disponível em: <<https://www.businessinsider.com/zoox-raises-200-million-for-self-driving-cars-2016-6>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

BLEI, D. M. Probabilistic topic models. Surveying a suite of algorithms that offer a solution to managing large document archives. **Communications of the ACM**, 55(4), 77-84, 2012.

BÖSCH, P. M.; BECKER, F.; BECKER, H.; AXHAUSEN, K. W. Cost-based analysis of autonomous mobility services. **Transport Policy**, Volume 64, Pages 76-91, 2017.

BÖSCH, P. M.; CIARI, F.; AXHAUSEN, K. W. Autonomous vehicle fleet sizes required to serve different levels of demand. **Transportation Research Record**, 2542, 111e119; 2016.

BÖSCH, P. M.; CIARI, F.; AXHAUSEN, K. W. Transport Policy Optimization with Autonomous Vehicles. **Transportation Research Record**, 2018 (Artigo no prelo mas disponível na Scopus).

BRENT SNAVELY. **Why Ford and Baidu invested \$150M in self-driving car company Velodyne.** Detroit Free Press, 2016. Disponível em: <<https://www.freep.com/story/money/cars/ford/2016/08/28/ford-partner-velodyne-frontier-self-driving-cars/89305146/>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

BROWN, A.; GONDER, J.; REPAC, B. **An analysis of possible energy impacts of automated vehicles.** In G. Meyer (Ed.), Road vehicle automation (pp. 137-153). Cham: **Springer International Publishing**, 2014.

BURNS, L.; JORDAN, W.; SCARBOROUGH, B. **Transforming personal mobility**, Broadway NY: Columbia University, 2013.

CAITLIN MORAN. **Canadian Researcher Predicts Autonomous Vehicles Will Cause Increase in Sex in Cars.** The News Wheel, 2016. Disponível em: <<https://thenewswheel.com/canadian-researcher-predicts-autonomous-vehicles-will-cause-increase-in-sex-in-cars/>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

CHERYL A. FALVEY; CHAHIRA SOLH. **Report on the Autonomous Vehicle Safety Regulation World Congress 2017.** Lexology, 2017. Disponível em: <<https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=708fd6ba-9aec-4136-8711-64ac10ed4223>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

CHRISTOPHER DEMORRO. **GM Reveals Chevrolet FNR Concept, A Vision Of An Autonomous, Electric Future.** Clean Technica, 2015. Disponível em: <<https://cleantechnica.com/2015/04/23/gm-reveals-chevrolet-fnr-concept-a-vision-of-an-autonomous-electric-future/>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

CIARÁN HANCOCK. **Who will be to blame when autonomous cars crash?** The Irish Times, 2017. Disponível em: <<https://www.irishtimes.com/business/financial-services/who-will-be-to-blame-when-autonomous-cars-crash-1.3087595>>. Acesso em: 19 jan, 2019.

CLAUDIA GEIB. **Senate Approves Legislation to Get Self-Driving Cars On U.S. Roads.** Futurism, 2017. Disponível em: <<https://futurism.com/senate-approves-legislation-to-get-self-driving-cars-on-u-s-roads>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

COHEN, T.; CAVOLI, C. Automated vehicles: exploring possible consequences of government (non)intervention for congestion and accessibility. **Transport Reviews**, Vol. 39, Issue 1, 2, P. 129-151, 2019.

CORREIA, G. H. A.; MILAKIS, D.; VAN AREM, B.; HOOGENDOORN, R. **Vehicle automation and transport system performance.** In: BLIEMER, M.C.J., MULLEY, C., MOUTOU, C.J. (Eds.), **Handbook of Transport and Urban Planning in the Developed World.** Edward Elgar, Cheltenham, 2016.

DANIEL LIBERTO. **Verizon Bets on Autonomous Cars (VZ).** Investopedia, 2017. Disponível em: <<https://www.investopedia.com/news/verizon-bets-autonomous-cars-vz/>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

DANIELLE MUOIO. **Peugeot unveiled a stunning concept car that can drive itself.** Business Insider, 2017. Disponível em: <<https://www.businessinsider.com/peugeot-instinct-concept-car-photos-features-2017-2>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

DATA PROTECTION REPORT. **The Privacy Implications of Autonomous Vehicles.** Norton Rose Fulbright, 2017. Disponível em: <<https://www.dataprotectionreport.com/2017/07/the-privacy-implications-of-autonomous-vehicles/>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

DAVID CURRY. **Are autonomous cars already influencing interior design?** Read Write, 2016. Disponível em: <<https://readwrite.com/2016/05/13/autonomous-car-interior-design-tt4/>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

DE ALMEIDA CORREIA, G. H.; VAN AREM, B. Solving the User Optimum Privately Owned Automated Vehicles Assignment Problem (UO-POAVAP): A model to explore the impacts of self-driving vehicles on urban mobility. **Transportation Research Part B-Methodological**, Vol. 87, p. 64-88, 2016.

DEB, S.; STRAWDERMAN, L.; CARRUTH, D. W.; DUBIEN, J.; SMITH, B.; GARRISON, T. M. Development and validation of a questionnaire to assess pedestrian receptivity toward fully autonomous vehicles. **Transportation Research Part C**, 84, 178–195, 2017.

DEMSAR, J.; CURK, T.; ERJAVEC, A.; GORUP, C.; HOCEVAR, T.; MILUTINOVIC, M.; MOZINA, M.; POLAJNAR, M.; TOPLAK, M.; STARIC, A.; STAJDOHAR, M.; UMEK, L.; ZAGAR, L.; ZBONTAR, J.; ZITNIK, M.; ZUPAN, B. Orange: Data Mining Toolbox in Python. **Journal of Machine Learning Research** 14(Aug):2349–2353, 2013.

DIAS, M. M. Parâmetros na escolha de técnicas e ferramentas de mineração de dados. **ActaScientiarum**, 24(6), 1715-1725, 2002.

DOM GALEON. **Ford to Release a Car Without a Steering Wheel or Pedals.** Futurism, 2017. Disponível em: <<https://futurism.com/ford-to-release-a-car-without-a-steering-wheel-or-pedals>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

DOUG NEWCOMB. **Interview With Ford CEO Mark Fields On Smart Mobility.** Forbes, 2015. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/dougnewcomb/2015/01/16/interview-with-ford-ceo-mark-fields-on-smart-mobility/#320c4e9b8d52>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

DOUGLAS RUSHKOFF. **Tesla crash highlights real problem behind self-driving cars.** CNN, 2016. Disponível em: <<https://edition.cnn.com/2016/07/01/opinions/tesla-self-driving-car-fatality-rushkoff/index.html>>. Acesso em: 19 jan, 2019.

ELEKTROBIT. **Elektrobit (EB) powers first driverless bus on public roads.** PR Newswire, 2016. Disponível em: <<https://www.prnewswire.com/news-releases/elektrobit-eb-powers-first-driverless-bus-on-public-roads-300246844.html>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

ELIZABETH PUCKETTO. **Volkswagen Looking to Waymo Among Others for Autonomous Tech Partnership.** The Drive, 2018. Disponível em: <<http://www.thedrive.com/tech/24563/volkswagen-looking-to-waymo-among-others-for-autonomous-tech-partnership>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

ENOCH, M. P. How a rapid modal convergence into a universal automated taxi service could be the future for local passenger transport. **Technology Analysis & Strategic Management**, 27(8), 910924, 2015.

ETA. **The Google car that can drive itself.** ETA Insurance, 2010. Disponível em: <<https://www.eta.co.uk/2010/11/18/the-google-car-that-can-drive-itself/>>. Acesso em: 19 jan, 2019.

EURO NEWS. **Driverless cars steal the show at CES**. Euro News, 2016. Disponível em: <<https://www.euronews.com/2016/01/07/driverless-cars-steal-the-show-at-ces>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

EUROPEAN COMMISSION. **European urban mobility: policy context**. European Commission, Brussels, 2017. Disponível em: <http://civitas.eu/sites/default/files/booklet_1_-_en.pdf>. Acesso em jul 20, 2018.

FAGNANT, D. J.; KOCKELMAN, K. M. Preparing a nation for autonomous vehicles: Opportunities, barriers and policy recommendations. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, 77, 167 e 181, 2015.

FOURNIER G. The new mobility paradigm. Transformation of value chain and value proposition through innovations. In: ATTIAS, D. (2017). **The Automobile Revolution: Towards a New Electro-Mobility Paradigm**. (1st ed.). Gewerbestrasse (Switzerland): Springer International Publishing, 2017.

FRANK, E.; HALL, M. A.; WITTEN, I. H. **The WEKA Workbench. Online Appendix for "Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques"**. Morgan Kaufmann, Fourth Edition, 2016.

FRAZZOLI, E.; DAHLEH, M. A.; FERON, E. Real-time motion planning for agile autonomous vehicles. **Journal of Guidance, Control, and Dynamics**, 25(1), 116-129, 2002.

FRISONI, R.; DALL'OGGIO, A.; NELSON, C.; LONG, J.; VOLLATH, C.; RANGHETTI, D. **Research for TRAN Committee. Self-piloted cars: The future of road transport**. European Union, Brussels, 2016.

GABRIEL EUM. **5 Reasons to fear a Future filled with Autonomous Cars**. Car Buzz, 2015. Disponível em: <<https://carbuzz.com/news/5-reasons-to-fear-a-future-filled-with-autonomous-cars>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

GALVÃO, N. D.; MARIN H. F. Técnica de mineração de dados: uma revisão da literatura. **ActaPaulista de Efermagem**, 22(5):686-90, 2009.

GANDIA, R. M.; ANTONIALI, F.; CAVAZA, B. H.; MIRANDA NETO, A.; LIMA, D. A.; SUGANO, J. Y.; ZAMBALDE, A. L.; NICOLAI, I. **Autonomous vehicles: Scientometric and bibliometric studies**. In: 25th Gerpisa International Colloquium, Paris. R/Evolutions. New technologies and services in the automotive industry, 2017.

GANDIA, R. M.; VERONEZE, R. B.; ANTONIALI, F.; CAVAZZA, B. H.; SUGANO, J. Y. CASTRO, C.; ZAMBALDE, A. L.; NICOLAÏ, I. **The quintuple helix model and the future of mobility: The case of autonomous vehicles**. 25th International Colloquium of Gerpisa - R/Evolutions. New technologies and services in the automotive industry, Jun 2017, Paris, France. <hal-01652925>.

GARTNER. **Gartner's 2015 hype cycle for emerging technologies identifies the computing innovations that organizations should monitor**. Stamford Conn, 2015. Acesso em Jun, 2018, disponível em: <<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2015-08-18-gartners-2015-hype-cycle-for-emerging-technologies-identifies-the-computing-innovations-that-organizations-should-monitor>>.

GARTNER. (2017). **4 Areas Driving Autonomous Vehicle Adoption**. Smarter With Gartner, 2017. Disponível em: <<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/4-areas-driving-autonomous-vehicle-adoption/>>. Acesso em: 25 jan, 2019.

GARY EASTWOOD. **Why smart cities are crucial for autonomous cars**. Network World, 2017. Disponível em: <<https://www.networkworld.com/article/3221353/internet-of-things/why-smart-cities-are-crucial-for-autonomous-cars.html>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

GÁSPÁR, P.; NÉMETH, B. **Design of predictive cruise control for safety critical vehicle interactions**. Book Chapter, Advances in Industrial Control, Pages 65-81, 2019.

GREG ROGERS. **Adopting and Adapting State Policies for Automated Vehicles**. ENO Center for Transportation, 2017. Disponível em: <<https://www.enotrans.org/article/adopting-adapting-state-policies-automated-vehicles/>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

GREGOR PRYOR. **The next media revolution will come from driverless cars**. Wired, 2017. Disponível em: <<https://www.wired.co.uk/article/driverless-cars-change-media-law-gregor-pryor>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

GUIZZO, E. **How google's self-driving car works**. IEEE Spectrum Online, 2011. Disponível em: <<https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/artificial-intelligence/how-google-self-driving-car-works>>. Acesso em 10 Jun, 2018.

HADDI, E.; LIU, X.; SHI, Y. The role of text pre-processing in sentiment analysis. **Procedia Computer Science**, [Amsterdam], v. 17, p. 26-32, 2013.

HALL, M. A.; FRANK, E.; HOLMES, G.; PFAHRINGER, B.; REUTEMANN.; WITTEN, I. H. The WEKA Data Mining Software: An Update. **SIGKDD Explorations**, Volume 11, Issue 1, 2009.

HEVELKE, A.; NIDA-RÜMELIN, J. Responsibility for crashes of autonomous vehicles: an ethical analysis. **Science and engineering ethics**, 21(3), 619-630, 2015.

HEYER, G. Introduction to TMS 2009. In GERHARD HEYER (Ed.), **Text mining services. Building and applying text mining based service infrastructures in research and industry**; proceedings of the Conference on Text Mining Services 2009 at Leipzig University (pp.1-14). Leipzig: LIV (Leipziger Beiträge zur Informatik, 14).

HOWARD LEARNER. **Driverless Vehicles: Ways to Improve Safety and Accelerate Environmental Progress Together**. Huff Post, 2017. Disponível em: <https://www.huffingtonpost.com/howard-learner/driverless-vehicles-ways-_b_11867866.html>. Acesso em: 19 jan, 2019.

IAN THIBODEAU. **Ford, Argo eye new possibilities for autonomous cars**. The Detroit News, 2017. Disponível em: <<https://www.detroitnews.com/story/business/autos/mobility/2017/08/28/ford-argo-autonomous-cars/105040348/>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

IAN THIBODEAU. **Ford, Volkswagen mulling global self-driving partnership**. The Detroit News, 2018. Disponível em: <<https://www.detroitnews.com/story/business/autos/mobility/2018/11/03/ford-volkswagen-mulling-global-self-driving-partnership/1860146002/>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

JACK STEWART. **Will Army Vehicles actively avoid conflict?** BBC, 2014. Disponível em: <<http://www.bbc.com/future/story/20141008-armoured-cars-that-avoid-enemies>>. Acesso em: 19 jan, 2019.

JACK STUART. **\$30K Retrofit Turns Dumb Semis into Self-driving Robots.** Wired, 2016. Disponível em: <<https://www.wired.com/2016/05/otto-retrofit-autonomous-self-driving-trucks/>>. Acesso em: 19 jan, 2019.

JAMES HOLLOWAY. **Parking lots: Why autonomous cars could save acres of space.** New Atlas, 2018. Disponível em: <<https://newatlas.com/autonomous-car-parking/54026/>>. Acesso em: 19 jan, 2019.

JAMIE CONDLIFFE. **A Single Autonomous Car Has a Huge Impact on Alleviating Traffic.** MIT Technology Review, 2017. Disponível em: <<https://www.technologyreview.com/s/607841/a-single-autonomous-car-has-a-huge-impact-on-alleviating-traffic/>>. Acesso em: 19 jan, 2019.

JANE WAKEFIELD. **Self-drive delivery van can be 'built in four hours'.** BBC, 2016. Disponível em: <<https://www.bbc.com/news/technology-37871391>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

JAPAN TIMES. **Autonomous taxi trials carrying passengers begin in Tokyo.** Japan Times, 2018. Disponível em: <<https://www.japantimes.co.jp/news/2018/08/27/business/tech/autonomous-taxi-trials-carrying-passengers-begin-tokyo/#.XE9ZX1xKjIV>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

JASON HINER. **Self-driving cars won the week at CES 2016, with AI and big data the unsung heroes.** Tech Republic, 2016. Disponível em: <<https://www.techrepublic.com/article/self-driving-cars-won-the-week-at-ces-2016-with-ai-and-big-data-the-unsung-heroes/>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

JEFF PETERS. **Will self-driving cars kill parking?** Tech Crunch, 2018. Disponível em: <<https://techcrunch.com/2018/08/02/will-self-driving-cars-kill-parking/>>. Acesso em: 19 jan, 2019.

JEFF ZURSCHMEIDE. **The golden years: Why we'll all love self-driving cars when we're older.** Digital Trends, 2017. Disponível em: <<https://www.digitaltrends.com/cars/autonomous-cars-increase-senior-independence/>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

JESSICA HAWTHORNE-CASTRO. **Autonomous Vehicles Will Be A New Opportunity For Marketers.** Forbes, 2018. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/forbesagencycouncil/2018/06/04/autonomous-vehicles-will-be-a-new-opportunity-for-marketers/#33ab525f1b0b>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

JIM GORZELANY. **Sex On Wheels: How Autonomous Cars Could Drive In-Car Coitus.** Forbes, 2016. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/jimgorzelany/2016/05/06/how-autonomous-cars-could-drive-in-car-coitus/#ce85877217bf>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

JIM HENRY. **VW, 4 suppliers team up to push common autonomous driving tech.** Automotive News, 2018. Disponível em:

<<https://www.autonews.com/article/20180626/MOBILITY/180629867/vw-4-suppliers-team-up-to-push-common-autonomous-driving-tech>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

JIMI BECKWITH. **Autonomous cars with emoji displays in the pipeline**. Auto Car, 2016. Disponível em: <<https://www.autocar.co.uk/car-news/industry/autonomous-cars-emoji-displays-pipeline>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

JITTRAPIROM, P.; CAIATI, V.; FENERI, A.; EBRAHIMIGHAREHBAGHI, S.; ALONSO- GONZÁLEZ, M. J.; NARAYAN, J. Mobility as a Service: a critical review of definitions, assessments of schemes, and key challenges. **Urban Planning**, 2(2), 13-25, 2016.

JOANN MULLER. **May Mobility Is Deploying Self-Driving Vehicles Now, Starting In Detroit**. Forbes, 2018. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/joannmuller/2018/06/26/may-mobility-is-deploying-self-driving-vehicles-block-by-block-starting-in-detroit/#13fa8b151efa>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

JOE CLARK. **UK consumers expect autonomous cars to be the norm by 2032**. Computer Business Review, 2017. Disponível em: <<https://www.cbronline.com/internet-of-things/uk-consumers-expect-autonomous-cars-norm-2032/>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

JOHNSON, B. **Disruptive mobility**. Research report, Barclays, 2015. Disponível em: <https://orfe.princeton.edu/~alaink/SmartDrivingCars/PDFs/Brian_Johnson_DisruptiveMobility.072015.pdf>. Acesso em: 15 nov, 2018.

JOSEPH DUSSAULT. **Uber vs. California: What's an autonomous vehicle, really?** CS Monitor, 2016. Disponível em: <<https://www.csmonitor.com/Business/2016/1222/Uber-vs.-California-What-s-an-autonomous-vehicle-really>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

JUHA SAARINEN. **Victoria to trial driverless bus service**. IT News, 2017. Disponível em: <<https://www.itnews.com.au/news/victoria-to-trial-driverless-bus-service-477465>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

KAMARGIANNI, M.; LI, W.; MATYAS, M.; SCHÄFER, A. A critical review of new mobility services for urban transport. **Transportation Research Procedia**, 14, 3294–3303, 2016.

KARLSSON, I. C.M.; SOCHOR, J.; STRÖMBERG, H. Developing the ‘Service’ in Mobility as a Service: experiences from a field trial of an innovative travel brokerage. **Transportation Research Procedia**, 14, 3265–3273, 2016.

KELLY HODGKINS. **Singapore builds on autonomous vehicle progress with driverless bus pilot program**. Digital Trends, 2016. Disponível em: <<https://www.digitaltrends.com/cool-tech/singapore-driverless-bus-pilot/>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

KOCKELMAN, K. M.; LOFTUS-OTWAY, L.; STEWART, D.; NICHOLS, A.; WAGNER, W.; LI, J.; BOYLES, S.; LEVIN, M.; LIU, J.; PERRINE, K.; KILGORE, S.; GURUMURTHY, K. M. Best practices guidebook for preparing Texas for connected and automated vehicles. **Center for Transportation Research**, University of Texas at Austin, 2016. Disponível em: <<https://sboyles.github.io/research/2017avbestpractices.pdf>>. Acesso em 10 Jun, 2018.

KPMG. **Autonomous Vehicles Readiness Index: Assessing countries' openness and preparedness for autonomous vehicles**. KPMG International, 2018. Disponível em: <<https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/xx/pdf/2018/01/avri.pdf>>. Acesso em: 11 Jun, 2018.

KRUEGER, R.; RASHIDI, T. H.; ROSE, J. M. Preferences for shared autonomous vehicles. **Transport. Res. Part C: Emerg. Technol.** 69, 343–355, 2016.

LANE, B.; POTTER, S. The adoption of cleaner vehicles in the UK: exploring the consumer attitude–action gap. **J. Clean. Prod.** 15, 1085–1092, 2007.

LANG, N.; RUBMANN, M.; MEI-POCHTLER, A.; DAUNER, T.; KOMIYA, S.; MOSQUET, X.; DOUBARA, X. **Self-Driving Vehicles, Robo-Taxis, and the Urban Mobility Revolution**. Boston Consulting Group, 2016.

LARRY DIGNAN. **Ford sees autonomous vehicles as key cog of smart city**. ZDNet, 2017. Disponível em: <<https://www.zdnet.com/article/ford-sees-autonomous-vehicles-as-key-cog-of-smart-city/>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

LEN CALDERONE. **Autonomous Trucks Will be Rolling on the Highway**. Robotics Tomorrow, 2018. Disponível em: <<https://www.roboticstomorrow.com/article/2018/02/autonomous-trucks-will-be-rolling-on-the-highway/11379/>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

LIMA JÚNIOR, P. O. **Inteligência Competitiva na Cafeicultura: Mineração Textual em Notícias Publicadas na Web**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Lavras, 2016.

LIMA, D. A. **Sensor-based navigation applied to intelligent electric vehicles**. Doctoral thesis, Université De Technologie De Compiègne, Compiègne, France, 2015.

LIN, P. Why ethics matters for autonomous cars. In *Autonomous Driving* (pp. 69-85). **Springer Berlin Heidelberg**, 2016.

LITMAN, T. **Autonomous vehicle implementation predictions: Implications for Transport Planning**. Tech. rep. Victoria Transport Policy Institute, December, 2015.

LITMAN, T. A. **Autonomous vehicle implementation predictions: Implications for Transport Planning**. Victoria Transport Policy Institute, 2018. Disponível em: <<https://www.vtpi.org/avip.pdf>>. Acesso em 11 Jun, 2018.

LORA KOLODNY. **Self-driving cars take over CES: Here's how big tech is playing the Market**. CNBC, 2018. Disponível em: <<https://www.cnbc.com/2018/01/12/intel-cisco-and-amazon-introduce-self-driving-car-technology-at-ces.html>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

LUCAS MEARIAN. **Self-driving car startup now valued at \$1.5B**. Computer World, 2016. Disponível em: <<https://www.computerworld.com/article/3139853/car-tech/self-driving-car-startup-now-valued-at-15b.html>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

LUTIN, J. M.; KORNHAUSER, A. L.; LERNER-LAM, E. The revolutionary development of self-driving vehicles and implications for the transportation engineering profession. **ITE Journal**, 83(7), 28 e 33, 2013.

MALHOTRA, N. K.; BIRKS, D. F. **Marketing Research: an applied approach**. Harlow: Prentice Hall, 3ed, 2007.

MARKET WIRED. CES 2015: **Volkswagen Introduces Advanced Gesture Control and Networking for a New Age of Mobility**. Market Wired, 2015. Disponível em: <<http://www.marketwired.com/press-release/ces-2015-volkswagen-introduces-advanced-gesture-control-networking-new-age-mobility-1980451.htm>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

MARSHA WALTON. **Robots fail to complete Grand Challenge**. CNN International. Disponível em: <<http://edition.cnn.com/2004/TECH/ptech/03/14/darpa.race/index.html>>. Acesso em: 19 jan, 2019.

MATTHEW SPARKES. **Driverless cars 'may never be safer than a human'**. The Telegraph, 2015. Disponível em: <<https://www.telegraph.co.uk/technology/news/11350524/Driverless-cars-may-never-be-safer-than-a-human.html>>. Acesso em: 19 jan, 2019.

MEJÍA-DUGAND, S., HJELMA, O., BAASA, L., RÍOSB, R.A. Lessons from the spread of Bus Rapid Transit in Latin America. **Journal of Cleaner Production**, Vol. 50, 1, P. 82-90, 2013.

MELANIE ZANONA. **Senators outline driverless car legislation**. The Hill, 2017. Disponível em: <<https://thehill.com/policy/transportation/337640-senators-outline-driverless-car-legislation>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

MELIS, A.; MIRRI, S.; PRANDI, C.; PRANDINI, M.; SALOMONI, P.; CALLEGATI, F. **CrowdSensing for smart mobility through a service-oriented architecture**. Proceedings of the Smart Cities Conference (ISC2), IEEE International. Trento, Italy, 2, 2016.

MERCY, T.; HOSTENS, E.; PIPELEERS, G. **Online motion planning for autonomous vehicles in vast environments**. 2018 IEEE 15TH International on Advanced Motion Control (AMC). P. 114-119, MAR 09-11, 2018.

MEYER, J.; BECKER, H.; BÖSCH, P. M.; AXHAUSEN, K. W. Autonomous vehicles: The next jump in accessibilities? **Research in Transportation Economics**, 62: 80-91, 2017.

MICHELLE FOX. **Domino's Pizza will 'absolutely' look into autonomous vehicles, CEO says**. CNBC, 2016. Disponível em: <<https://www.cnn.com/2016/08/16/dominos-pizza-will-absolutely-look-into-autonomous-vehicles-ceo-says.html>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

MONIQUE SCOTTI. **Parking lot karma: How driverless cars could change the urban landscape**. Global News, 2018. Disponível em: <<https://globalnews.ca/news/4122271/driverless-cars-parking-lots-future/>>. Acesso em: 19 jan, 2019.

MOORE, G. A. **Crossing the Chasm: Marketing and Selling High-Tech Products to Mainstream Customers**. Perfectbound, Revised Edition, 2001.

MOSQUET, X.; DAUNER, T.; LANG, N.; RUBMANN, N.; MEI-POCHTLER, A.; AGRAWAL, R.; SCHMIEG, F. **Revolution in the driver's seat: The road to autonomous vehicles**. Boston Consulting Group, 11, 2015.

MULLEY, C. Mobility as a Services (MaaS) – does it have critical mass?. **Transport Reviews**, 37(3), 247-251, 2017.

MUTZ, F.; VERONESE, L. P.; OLIVEIRA-SANTOS, T.; DE AGUIAR, E.; CHEEIN, F. A. A.; DE SOUZA, A. F. **Large-scale mapping in complex field scenarios using an autonomous car**. *Expert Systems with Applications*, 46, 439-462, 2016.

NICK JAYNES. **How driverless cars will change car ownership forever**. Mashable, 2016. Disponível em: <<https://mashable.com/2016/05/30/car-ownership-autonomy-column/#noS.07HuPkqE>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

NICK JAYNES. **Really, you don't want a steering wheel in your self-driving car**. Mashable, 2016. Disponível em: <<https://mashable.com/2016/05/03/driverless-car-no-steering-wheel/#GZ2YRla4KuqX>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

NICKOLAUS HINES. **8 of the Auto Industry's Most Compelling Acquisitions**. Inverse, 2016. Disponível em: <<https://www.inverse.com/article/16318-auto-industry-8-most-compelling-acquisitions>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

O'BRIEN, C. **Sergey Brin Hopes People will be Driving Google Robot Cars in Several Years**. Silicon Beat, 2012. Disponível em: <<http://www.siliconbeat.com/2012/09/25/sergey-brin-hopes-people-will-be-driving-google-robot-cars-in-several-years/>>. Acesso em: 10 Jun, 2018.

OLIVIA KRAUTH. **Nissan's plan for safer autonomous driving? Connect the car to a human brain**. Tech Republic, 2018. Disponível em: <<https://www.techrepublic.com/article/nissans-plan-for-safer-autonomous-driving-connect-the-car-to-a-human-brain/>>. Acesso em: 19 jan, 2019.

OMRI BARZILAY. **The Road To The Autonomous Age Will Be Paved By Smart Cities**. Forbes, 2018. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/omribarzilay/2018/01/24/the-road-to-the-autonomous-age-will-be-paved-by-smart-cities/#42477c4768c3>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

ORANGE. Download. **Orange**, 2019. Disponível em: <<https://orange.biolab.si/download/>>. Acesso em: Jan 09, 2018.

PAT HARRIMAN. **What drives decisions by autonomous vehicles in dire situations?** Phys.Org, 2016. Disponível em: <<https://phys.org/news/2016-12-decisions-autonomous-vehicles-dire-situations.html>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

PATRICK GEORGE. **Will The Autonomous Car Revolution Leave Poor People Behind?** Jalopnik, 2017. Disponível em: <<https://jalopnik.com/will-the-autonomous-car-revolution-leave-poor-people-be-1820345556>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

PATRICK SISSON. **Why high-tech parking lots for autonomous cars may change urban planning**. Curbed, 2016. Disponível em: <<https://www.curbed.com/2016/8/8/12404658/autonomous-car-future-parking-lot-driverless-urban-planning>>. Acesso em: 19 jan, 2019.

ROB ENDERLE. **Technologies That Could Define the Next Century**. Tech News World, 2010. Disponível em: <<https://www.technewsworld.com/story/69792.html>>. Acesso em: 19 jan, 2019.

ROBERTO BALDWIN. **It takes a smart city to make cars truly autonomous**. Engadget, 2017. Disponível em: <<https://www.engadget.com/2017/06/14/it-takes-a-smart-city-to-make-cars-truly-autonomous/>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

ROGERS, E.M. **Diffusion of innovations**. 4th ed., New York: Free Press, 1995.

RONAN GLON. **Renault-Nissan promises to bring autonomous vehicles to the masses by 2020**. Digital Trends, 2016. Disponível em: <<https://www.digitaltrends.com/cars/nissan-autonomous-plans-news-details-launch-date/>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

RT QUESTION MORE. **France greenlights driverless car trials on public roads**. RT Question More, 2016. Disponível em: <<https://www.rt.com/news/354683-france-driverless-car-trials/>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

RYAN BEENE. **Blind ‘Drivers’ Step Up to Shape U.S. Push for Driverless Cars**. Bloomberg, 2017. Disponível em: <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-07-19/blind-drivers-step-up-to-shape-u-s-push-for-driverless-cars>>. Acesso em: 19 jan, 2019.

RYAN FELTON. **Lockheed Martin's Autonomous Military Vehicles Aim To Save Lives In A Different Way**. Jalopnik, 2017. Disponível em: <<https://foxtrotalpha.jalopnik.com/lockheed-martins-autonomous-military-vehicles-aim-to-sa-1792128164>>. Acesso em: 19 jan, 2019.

SAE INTERNATIONAL. **Surface vehicle recommended practice: (R) Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles**. USA. SAE International, 2016. Disponível em: <https://www.sae.org/standards/content/j3016_201609/>. Acesso em: Jun 20, 2018.

SARAH PEREZ. **Ford And Zipcar Partner On Car-Sharing Program For Universities**. Tech Crunch, 2013. Disponível em: <<https://techcrunch.com/2011/08/31/ford-and-zipcar-partner-on-car-sharing-program-for-universities/>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

SHELLEKENS, M. Self-driving cars and the chilling effect of liability law. **Computer Law & Security Review**, 31(4), 506-517, 2015.

SCHOITSCH, E. **Autonomous Vehicles and Automated Driving Status, Perspectives and Societal Impact**. Information Technology, Society and Economy Strategic Cross-Influences (IDIMT-2016). 24th Interdisciplinary Information Management Talks, 45(1), 405-424, 2016.

SCHÖNFELDER, W. **CAQDAS and qualitative syllogism logic—NVivo 8 and MAXQDA 10 compared**. Forum: Qualitative Social Research, 12(1), 2011. Disponível em: <<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs1101218>>. Acesso em 17 jul, 2018.

SCHREURS, M. A.; STEUWER, S. D. **Autonomous Driving – Political, Legal, Social, and Sustainability Dimensions**. 2015. In: MAURER, M.; GERDES, J.C.; LENZ, B.; WINNER, H. (Eds.). *Autonomous Driving: technical, legal and social aspects*. Berlin: Springer. pp. 149–171, 2015.

SCOTT COLLIE. **Audi examines how we'll spend our time in self-driving cars.** *New Atlas*, 2017. Disponível em: <<https://newatlas.com/audi-fraunhofer-autonomous-car-interior/50522/>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

SETH BIRNBAUM. **3 reasons self-driving cars aren't driving public support.** *Read Write*, 2016. Disponível em: <<https://readwrite.com/2016/09/23/3-reasons-self-driving-cars-arent-driving-public-support-tl1/>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

SHAHIN FARSHCHI. **Driverless Tech Startups Are Driving Past a Trillion-Dollar Opportunity.** *IEEE Spectrum*, 2017. Disponível em: <<https://spectrum.ieee.org/cars-that-think/transportation/advanced-cars/driverless-tech-startups-are-driving-past-a-trilliondollar-opportunity>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

SILVA, J. P. N.; GANDIA, R. M.; OLIVEIRA, C. C.; ANTONIALLI, F.; CAVAZA, B. H.; SUGANO, J. Y. **Autonomous Vehicles and the future of terrestrial mobility: a bibliometric and systematic study.** In: 26th International Colloquium of Gerpisa, 2018, São Paulo. Who drives the change? New and traditional players in the global automotive sector, 2018.

STANFORD REPORT. **German chancellor to speak at Stanford on April 15.** *Stanford News*, 2010. Disponível em: <<https://news.stanford.edu/news/2010/april/angela-merkel-visit-040210.html>>. Acesso em: 19 jan, 2019.

STANFORD REPORT. **Stanford, Volkswagen team up to create automotive research lab.** *Stanford Report*, 2007. Disponível em: <<https://news.stanford.edu/news/2007/november28/volks-112807.html>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

TANYA MOHN. **Most Americans Feel Unsafe Sharing The Road With Self-Driving Cars.** *Forbes*, 2017. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/tanyamohn/2017/03/20/most-americans-feel-unsafe-sharing-the-road-with-self-driving-cars/#537e0df31417>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

TEENA MADDOX. **Ford begins testing Domino's and Postmates deliveries with autonomous vehicles in Miami.** *Tech Republic*, 2018. Disponível em: <<https://www.techrepublic.com/article/ford-begins-testing-dominos-and-postmates-deliveries-with-autonomous-vehicles-in-miami/>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

TEREZA PULTAROVA. **Lyon launches fully electric autonomous public bus service.** *Engineering & Technology*, 2016. Disponível em: <<https://eandt.theiet.org/content/articles/2016/09/lyon-launches-fully-electric-autonomous-public-bus-service/>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

THE DETROIT NEWS. **Bosch demonstrates autonomous vehicle technology in Flat Rock.** *The Detroit News*, 2016. Disponível em: <<https://www.detroitnews.com/picture-gallery/business/2016/06/02/bosch-demonstrates-autonomous-vehicle-technology-in-flat-rock/85300690/>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

THE GUARDIAN. **Driverless bus trial in Netherlands is first on public roads.** *The Guardian*, 2016. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/technology/2016/jan/28/driverless-bus-trial-in-netherlands-will-be-first-on-public-roads>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

TIM SCHOOLEY. **Report: autonomous vehicle technology to have profound impact on real estate.** Pittsburgh Business Times, 2018. Disponível em: <<https://www.bizjournals.com/pittsburgh/news/2018/12/10/report-autonomous-vehicle-to-impact-real-estate.html>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

TONY DREIBUS. **Otto Moving with ‘Urgency’ to Introduce Autonomous Truck Tech.** Trucks, 2016. Disponível em: <<https://www.trucks.com/2016/08/16/otto-autonomous-truck-tech/>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

URMSON, C. The view from the front seat of the Google Self-Driving Car. **Medium**, 2015. Disponível em: <https://medium.com/@chris_urmson/the-view-from-the-front-seat-of-the-google-self-driving-car-a-new-chapter-7060e89cb65f>. Acesso em 10 Jun, 2018.

VANESSA BATES RAMIREZ. **The Future of Cars Is Electric, Autonomous, and Shared—Here’s How We’ll Get There.** Singularity Hub, 2018. Disponível em: <<https://singularityhub.com/2018/08/23/the-future-of-cars-is-electric-autonomous-and-shared-heres-how-well-get-there/#sm.00flcljq1d4yfjn11662f1qd59pnm>>. Acesso em: 22 jan, 2019.

VIEIRA, K. C.; CARVALHO, E. G.; SUGANO, J. Y.; PRADO, J. W. **The impact of network externalities on acceptance and use of an app of peer-to-peer platform: a study with Uber users.** Revista de Gestão em Tecnologia, v.18, n. 3, p. 23-46, Ed. extraordinária 2018.

VIKNEESH VIJAYENTHIRAN. **Mercedes Autonomous Van Concept Headed To Tokyo Motor Show.** Motor Authority, 2015. Disponível em: <https://www.motorauthority.com/news/1100637_mercedes-autonomous-van-concept-headed-to-tokyo-motor-show>. Acesso em: 20 jan, 2019.

WADUD, Z. Fully automated vehicles: A cost of ownership analysis to inform early adoption. **Transportation Research Part a-Policy and Practice** 101: 163-176, 2017.

WADUD, Z., ANABLE, J. **Automated vehicles: Automatically low carbon?** Low Carbon Vehicle Partnership and Institution of Mechanical Engineering, 2016. Disponível em: <<http://www.imeche.org/policy-and-press/reports/detail/automated-vehicles-automatically-low-carbon>>. Acesso em: 15 nov, 2018.

WAYMO. Our Journey. **Waymo**, 2018. Disponível em: <<https://waymo.com/journey/>>. Acesso em: 19 jan, 2019.

WAYNE CUNNINGHAM; ANTUAN GOODWIN. **Six reasons to love, or loathe, autonomous cars.** CNET, 2013. Disponível em: <<https://www.cnet.com/roadshow/news/six-reasons-to-love-or-loathe-autonomous-cars/>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

WIEDEMANN, G. **Opening up to Big Data: Computer-Assisted Analysis of Textual Data in Social Sciences.** Forum: Qualitative. Volume 14, No. 2, Art. 23, 2013.

ZAKI, M.; MEIRA JR., W. **Data mining and analysis: fundamental concepts and algorithms.** New York: Cambridge University Press, 2014.

ZENINJOR ENWEMEKA. **Boston Partners With Local Startup To Test Self-Driving Cars On City Roads.** Wbur, 2016. Disponível em: <<https://www.wbur.org/bostonmix/2016/11/21/testing-self-driving-cars-in-boston>>. Acesso em: 23 jan, 2019.

ZHAKI ABDULLAH. **Driverless shuttle trials start on Sentosa; on-demand service for public from 2019.** The Straits Times, 2018. Disponível em: <<https://www.straitstimes.com/singapore/transport/driverless-shuttle-trials-to-start-on-sentosa-june-5-on-demand-for-public-from>>. Acesso em: 20 jan, 2019.

