

## Revisão bibliométrica dos estudos referentes a veículos autônomos em revistas indexadas das bases de dados Web of Science e Scopus

### RESUMO

Amanda Basilio Romano  
[amandaromano27@gmail.com](mailto:amandaromano27@gmail.com)  
Mestranda em Transportes pelo Programa de Pós-graduação em Transportes (PPGT) da Universidade de Brasília (UnB).

Pastor Willy Gonzales Taco  
[pwgtaco@gmail.com](mailto:pwgtaco@gmail.com)  
Professor do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental (ENC) e do Programa de Pós-graduação em Transportes (PPGT) da Universidade de Brasília (UnB).

O surgimento de novas tecnologias nos transportes tais como os Veículos Autônomos (VA) tem gerado uma série de estudos sobre seus efeitos na sociedade. Assim, o artigo apresenta uma revisão da literatura sobre VA das publicações das bases de dados *Web of Science* e *Scopus*. Foi aplicada uma análise bibliométrica considerando co-ocorrência de palavras-chaves, acoplamento bibliográfico, co-citação e co-autoria. De forma geral os resultados mostram que duas grandes áreas se destacam nas pesquisas: a componente tecnológica relacionada com o desenvolvimento e aprimoramento dos VA e a componente social relacionada a aspectos comportamentais de aceitabilidade dos VA.

**PALAVRAS-CHAVE:** Veículos autônomos. Revisão bibliométrica. *VOSviewer*. Redes bibliométricas.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o surgimento de novas tecnologias, tais como os Veículos Autônomos (VA) tem gerado diversos estudos a respeito dos seus benefícios e impactos na sociedade. Para os pesquisadores Anderson et al. (2016) e Fagnant e Kockelman (2015), a implantação da tecnologia de VA facilitará, entre outros, a diminuição dos acidentes de trânsito, incrementará a mobilidade daqueles que não desejam dirigir ou tem alguma restrição, possibilitará a diminuição dos congestionamentos e um uso mais eficiente dos estacionamento, permitirá o compartilhamento de veículos, dará suporte as ações de sustentabilidade com economia de combustível e diminuição das emissões, e ocorrerá um uso mais eficiente das rodovias.

Porém há também as desvantagens na adoção de VA, relativos principalmente ao incremento quilômetros viajados por veículo (*vehicle kilometres travelled* - VKT). Para os autores Anderson et al. (2016), Fagnant e Kockelman (2015) e Milakis et al. (2017), entre as desvantagens, citam os congestionamentos, incremento de consumo de combustível, de emissões e do número de viagens. Ainda devem ser considerados os prejuízos na redução da receita de estacionamento, aumentando o desemprego, com a profissão de motorista se tornando desnecessária, a possibilidade de mudança de usuários do transporte público para os VAs, e com a redução de acidentes acaba afetando companhias de seguros, funilaria, entre outros (ANDERSON et al., 2016; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015).

E considerando as barreiras da implantação de VA, relacionados com a tecnologia, destacam-se os prováveis ciberataques, a responsabilidade em caso de acidentes, e questões éticas na configuração computacional de decisão do VA perante um sinistro inevitável (GOGOLL; MÜLLER, 2017; HEVELKE; NIDA-RÜMELIN, 2015; PETIT; SHLADOVER, 2015; SANTONI DE SIO, 2017).

Sejam os impactos positivos ou negativos e as prováveis barreiras, vários países já estão testando protótipos de VA e em alguns casos adequando sua legislação para adaptar-se perante essa tecnologia (TAEIHAGH; LIM, 2019). Ainda, empresas estão investindo recursos em modelos de VA e previsões são feitas da sua comercialmente dentro de um período de vinte anos (entre 2025 e 2045) (MILAKIS et al., 2017). Já no caso do Brasil, estudos sobre os benefícios e condicionantes da implantação de VA seguindo uma abordagem comportamental foram realizados por Santos (2017) e Silva (2018). Embora os estudos anteriores apresentem uma visão comportamental da implantação de VA são ainda um recorte específico, precisando se avaliar os efeitos sociais e suas implicações perante as várias condições tecnológicas e abordagens de aplicações em muitos países, motivando se conhecer o estado atual dos estudos sobre VA no mundo.

Uma técnica que possibilita o levantamento do estado atual de uma área de conhecimento é a Revisão Bibliométrica (RB), que cada vez mais está sendo utilizada em diversos campos de estudo. Por exemplo Romano et al. (2018), a partir da RB identificaram fatores que influenciam o uso da bicicleta. Modak et al. (2019) realizaram estudo bibliométrico das publicações da revista *Transportation Research* entre 1967 e 2016. Li et al. (2017) fizeram uma análise bibliométrica para identificar fontes de poluição atmosférica durante o período de 2006-2015. Já Mora, Bolici e Deakin (2017) fazem uma análise bibliométrica, entre 1992 e 2012, sobre cidades inteligentes. E na área de VA, Gandia et al. (2019) fizeram

uma revisão cienciométrica e bibliométrica. Assim, este tipo de revisão baseado na utilização de índices bibliométricos aplicados em estudos de VA pode possibilitar a identificação das suas principais características, sua evolução e as potenciais tendências para estudos futuros.

Nesse sentido, o presente artigo, tem como objetivo realizar uma Revisão Bibliométrica, nos artigos indexados das bases de dados da *Web of Science (WoS)* e *Scopus* sobre os estudos de VA. Assim, o presente artigo, seguido da introdução tem-se a seção em que é abordado o método adotado de Revisão Bibliométrica. Já na seção 3 são apresentados os resultados obtidos da revisão bibliométrica sobre VA e na seção 4, são feitas as considerações finais.

### REVISÃO BIBLIOMÉTRICA

A Revisão Bibliométrica pode oferecer uma visão geral e perspectiva quantitativa de um campo de pesquisa específico, contribuindo para analisar a evolução dos estudos e indicar a tendência de desenvolvimento de uma disciplina científica, entendendo o estado atual e identificando as futuras direções de pesquisas (LI et al., 2017). A revisão bibliométrica se utiliza de indicadores bibliométricos baseados em análise de redes. Segundo Waltman, van Eck e Noyons (2010), para subsidiar com informações da estrutura de uma rede bibliométrica, são utilizadas técnicas de agrupamento e mapeamento, que se complementam, possibilitando a identificação de temas ou áreas de pesquisa, a relação entre estes e o processo de desenvolvimento científico no tempo.

Cobo et al. (2011) apresentam diversas técnicas que dão suporte à Revisão Bibliométrica, tais como técnicas de redução de dimensionalidade, como análise de componente principal ou escalonamento multidimensional (*Multidimensional Scaling - MDS*), algoritmos de agrupamento e redes *Pathfinder* (PFNETs). Ainda, existem técnicas de visualização utilizadas para representar as redes de relacionamento bibliográfico, que podem ser mostradas usando mapas heliocêntricos, modelos geométricos, redes temáticas, ou mapas em que a proximidade entre os itens representa sua similaridade. Neste caso podem ser utilizadas ferramentas específicas de representação visual tais como *Bibexcel*, *CiteSpace II*, *CoPalRed*, *IN-SPIRE*, *Leydesdorff's Software*, *Network Workbench Tool*, *Science of Science (Sci2) Tool*, *VantagePoint* ou *VOSviewer*.

Pela necessidade de construir mapas bibliométricos para melhor visualização dos dados bibliométricos, o software *VOSviewer* (VAN ECK; WALTMAN, 2010, 2014) foi desenvolvido e está disponível gratuitamente ([www.vosviewer.com](http://www.vosviewer.com)), oferecendo suporte a mapas baseados em distância (VAN ECK; WALTMAN, 2010), sendo possível construir e visualizar mapas bibliométricos com uso da técnica de mapeamento VOS (VAN ECK; WALTMAN, 2007). Assim, neste estudo foi utilizado o software *VOSviewer* para criação de mapas baseados em dados de rede, facilitando a visualização da análise sobre o rumo da pesquisa sobre os VA. Nos mapas gerados quanto maior o tamanho do rótulo e do círculo do item no mapa significa o peso deste, normalmente o quão citado é o documento ou o número de documentos pertencente aquele item, por exemplo. A cor é para representar em que *cluster* o item pertence, que é um conjunto de elementos com algo em comum. Neste estudo este software será usado para quatro tipos de análises: co-

ocorrência de palavras-chaves, acoplamento bibliográfico, co-citação e co-autoria de países. Assim será possível analisar as linhas de pesquisas sobre o tema de VAs que estão em desenvolvimento no mundo, e a rede de pesquisadores formada entre os países que publicaram sobre o tema.

## MÉTODO DA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA SOBRE VEÍCULOS AUTÔNOMOS

### Definição da *string* e delimitações da pesquisa

O campo espaço-tempo da pesquisa foi limitado até dezembro de 2019, utilizando-se as bases de dados consolidadas e de reconhecida qualidade da *Web of Science (WoS)* e *Scopus*, acessados pelo Portal de Periódicos da CAPES. As buscas nas duas bases de dados foram conduzidas no dia 24 de março de 2020. A pesquisa na *WoS* foi limitada pelas áreas *Transportation Science Technology* e *Transportation*, na *Scopus* foi pela área *Social Sciences*, já que a subárea de transporte se encontra dentro desta área. Em ambas as bases foram selecionados somente documentos em inglês, sendo elaboradas as *strings* apresentadas a seguir:

#### a) *WoS*:

`("autonomous" OR "automated" OR "self-driving" OR "driverless") NEAR/0 ("vehicle$" OR "car$" OR "driving" OR "automobile$" OR "bus*" OR "taxi$" OR "truck$" OR "electric vehicle$" OR "road vehicle$") OR ("connected") NEAR/1 ("automated" OR "autonomous") AND ("vehicle$" OR "car$" OR "driving" OR "transportation")) OR "cooperative intelligent transport system$" OR "cooperative-ITS".`

#### b) *Scopus*:

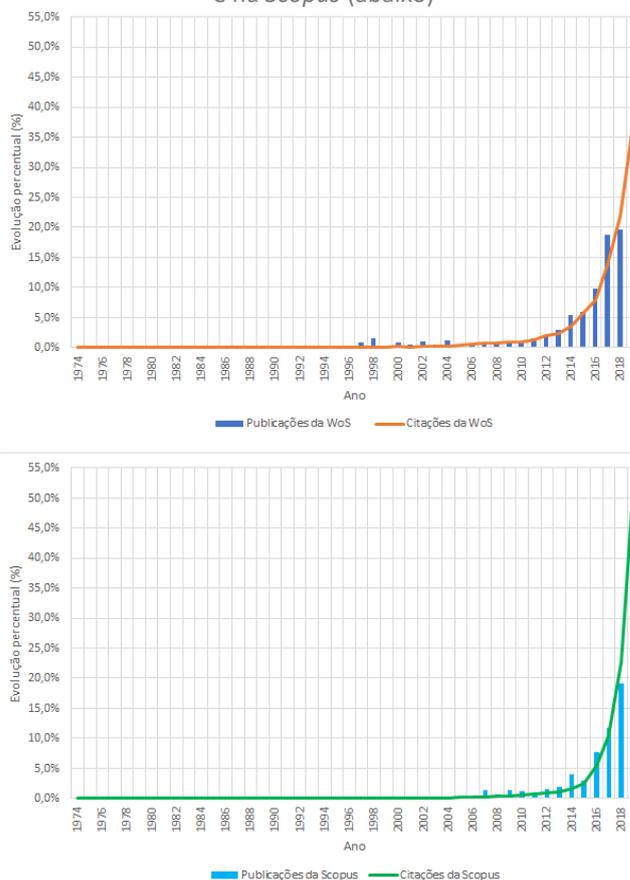
`("autonomous" OR "automated" OR "self-driving" OR "driverless") w/0 ("vehicle$" OR "car$" OR "driving" OR "automobile$" OR "bus*" OR "taxi$" OR "truck$" OR "electric vehicle$" OR "road vehicle$") OR ("connected") w/1 ("automated" OR "autonomous") AND ("vehicle$" OR "car$" OR "driving" OR "transportation")) OR "cooperative intelligent transport system$" OR "cooperative-ITS".`

### Evolução das citações e publicações durante os anos

A evolução porcentual do tema mostra que em ambas as bases, ano a ano, as citações e publicações vêm aumentando significativamente, especialmente a partir de 2014 (Figura 1). Na *WoS* as publicações iniciam-se desde 1979 e na *Scopus* desde 1974, até o momento da pesquisa, dezembro de 2019. Assim, ao se analisar os dados da pesquisa na *WoS*, existem 3.926 documentos com 29.409 citações, já nos dados da pesquisa na *Scopus*, existem 3.047 documentos com 19.707 citações. Em relação as citações na *WoS* quase 60% ocorreram em 2018 e 2019. Na *Scopus* mais de 50% ocorreram somente em 2019. Quanto as publicações, observa-se que na *WoS*, cerca de 60% ocorreram de 2017 a 2019, e

mais de 40%, na *Scopus*, somente em 2019. Isso mostra que o tema está em fase de crescimento a partir do ano de 2017, nas publicações das bases utilizadas.

Figura 1 - Evolução percentual das publicações e citações na *Web of Science* (acima) e na *Scopus* (abaixo)



Fonte: Autoria própria (2021).

### Análise dos documentos mais citados

Nesta seção são analisados os documentos mais citados na *WoS* e na *Scopus*, sendo que o documento mais citado nas duas bases de dados foi Fagnant e Kockelman (2015). Este artigo explora os aspectos viáveis dos VAs e discute seus possíveis impactos no sistema de transporte, abordando sobre potenciais benefícios de veículos autônomos, barreiras a sua implementação e recomendações de políticas. Além disso, os artigos de Fagnant e Kockelman (2014), Kyriakidis, Happee e De Winter (2015) e de De Winter et al. (2014) também aparecem nas duas bases de dados entre os dez mais citados. O primeiro aborda sobre veículos autônomos compartilhados (SAVs), já o segundo investiga sobre a aceitação, preocupações e disposição dos usuários de comprar veículos parcialmente, altamente e totalmente automatizados. E o terceiro realiza uma revisão referente aos efeitos do Controle de Cruzeiro Adaptativo (*Adaptive Cruise Control - ACC*) e Direção Altamente Automatizada (*Highly Automated Driving - HAD*) em dois dos mais importantes construtos de Fatores Humanos que são preditivos de desempenho e segurança. O primeiro constructo refere-se a carga de trabalho dos motoristas, que seria o resultado de questionários ou testes que avaliam o custo ou a dificuldade experimentada pelo motorista. O segundo é sobre a conscientização da situação (*Situation Awareness*

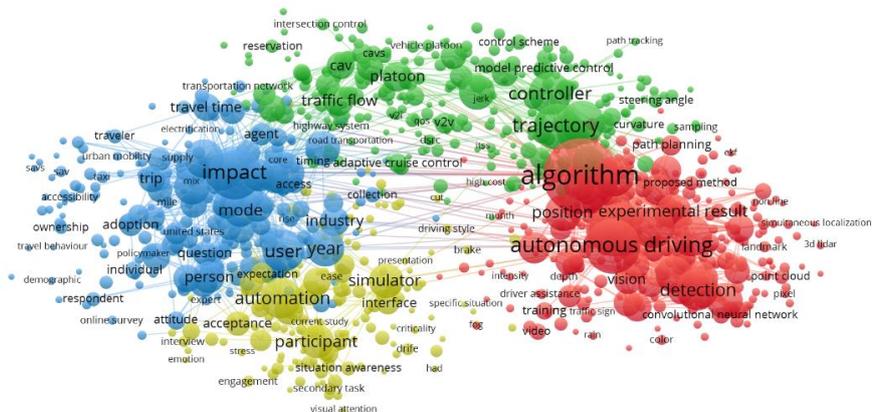
- SA), que pode ser medido testando se o motorista observou e entendeu o estado do veículo, a infraestrutura da estrada, os objetos no ambiente e os comportamentos de outros usuários da estrada.

### Co-ocorrência dos termos nos títulos e resumos

As redes de co-ocorrências de palavras-chave podem ser extraídas do título e do resumo ou de uma lista de palavras-chave fornecidas pelos autores. A análise é realizada quando dois termos ocorrem juntos, e identificando-se o número de publicações em que aparece essa co-ocorrência (VAN ECK; WALTMAN, 2014). Essas redes foram representadas como mapas de co-ocorrência de termos e foram criados no *VOSviewer* com os dados do título e do resumo dos documentos da *WoS* e *Scopus*. O método de contagem escolhido foi o de contagem binária, onde o número de ocorrências de um termo em um documento não é levado em consideração, apenas a presença ou a ausência do termo no documento é importante. Foi definido que para ser analisado o termo teria que ter no mínimo 10 ocorrências nos documentos. Em seguida uma pontuação de relevância é calculada pelo software, e com base nela 60% dos termos mais relevantes são selecionados. Assim, na análise da *WoS* foram selecionados 996 termos, e na *Scopus* 791.

Nas Figura 2 (*WoS*) e Figura 3 (*Scopus*) podem ser observados 4 clusters em cada uma delas, representados em cores azul, amarelo, verde e vermelho. Na Figura 2, os clusters a esquerda são focados em questões sociais e comportamentais, sendo que o cluster azul foca no impacto e adoção dos VA para os usuários, enquanto o amarelo foca em termos do participante (*participant*) e simulador (*simulator*), sendo possivelmente documentos com uso de simuladores de direção. Já nos clusters a direita, o cluster em verde foca em fluxo de tráfego (*traffic flow*), pelotão (*platoon*) e trajetória (*trajectory*), mostrando os estudos focados na operação no tráfego dos VA. Já no vermelho, destaca a palavra algoritmo (*algorithm*), relativo ao desenvolvimento dos VA.

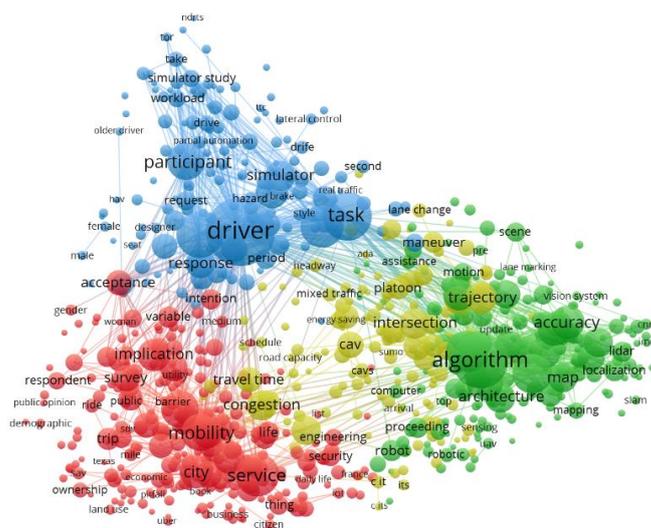
Figura 2 - Clusters de co-ocorrência dos termos nos documentos da Web of Science



Fonte: Autoria própria (2021), com auxílio do software *VOSviewer*.

A análise da Figura 3 mostra que existem dois clusters focados em operação e desenvolvimento de VA e os outros dois em aspectos sociais e comportamentais. O cluster azul aborda sobre o motorista (*driver*), em que se percebe o foco em termos como participante (*participant*), simulador (*simulator*), tarefa (*task*), carga de trabalho (*workload*). Já o cluster vermelho, refere-se as implicações (*implications*), barreiras (*barriers*) e questões de mobilidade (*mobility*) e serviço (*service*), pesquisa (*survey*) e respondente (*respondent*), mostrando que os métodos de coleta de dados devem ser a partir de *surveys*. Ainda, observa-se dois clusters a direita (verde e amarelo), voltados para aspectos técnicos e tecnológicos, focando em termos como algoritmo (*algorithm*), interseção (*intersection*) e trajetória (*trajectory*). Assim, a partir da análise dos mapas de co-ocorrência, percebe-se que as pesquisas estão focadas em duas grandes linhas de pesquisas, uma é voltada nos aspectos técnicos e tecnológicos para operação e desenvolvimento dos VAs, enquanto a outra considera as questões sociais e comportamentais associadas aos VAs.

Figura 3 - Clusters de co-ocorrência dos termos nos documentos da Scopus



Fonte: Autoria própria (2021), com auxílio do *software VOSviewer*.

### Acoplamento bibliográfico

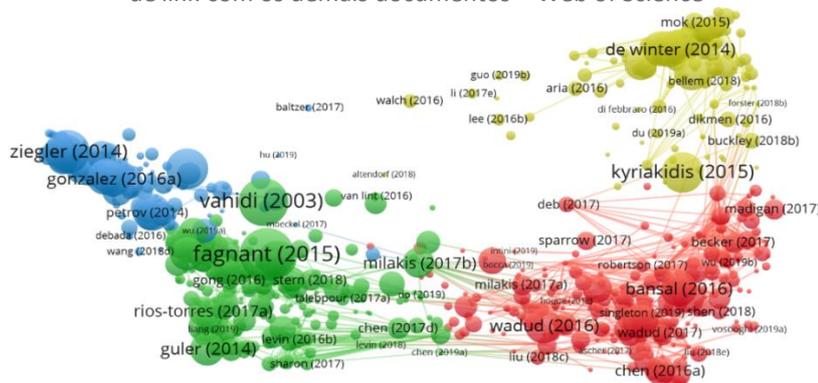
Duas publicações são bibliograficamente acopladas quando dois documentos citam um mesmo documento, mostrando que possuem citações em comum. O grau de acoplamento bibliográfico entre duas publicações é determinado pelo quantitativo de referências que têm em comum, quanto maior o quantitativo maior o grau de acoplamento entre as publicações (KESSLER, 1963; VAN ECK; WALTMAN, 2014).

Uma forma de mostrar visualmente o grau de acoplamento bibliográfico é através de um mapa de rede, e o *software VOSviewer* possibilita essa representação. Assim, na criação do mapa de acoplamento bibliográfico, foi utilizado o método de contagem completa, em que cada *link* tem o mesmo peso, sendo utilizados todos os documentos da pesquisa. Depois de aplicado o método,

foram selecionados os 1000 documentos com maior força total do *link*. Este atributo indica a força total dos *links* de um item com outros itens.

A análise de acoplamento bibliográfico dos dados da pesquisa na WoS, derivou no agrupamento de 4 cluster (Figura 4). Ao se analisar os 10 documentos mais citados de cada um destes clusters, é possível determinar a área de estudo de cada cluster. Observa-se que os clusters mais à esquerda (azul e verde) possuem áreas voltadas para o desenvolvimento de VA e sua influência no tráfego, enquanto os clusters à direita (vermelho e amarelo) são focados na área comportamental e a aceitabilidade referente ao VA.

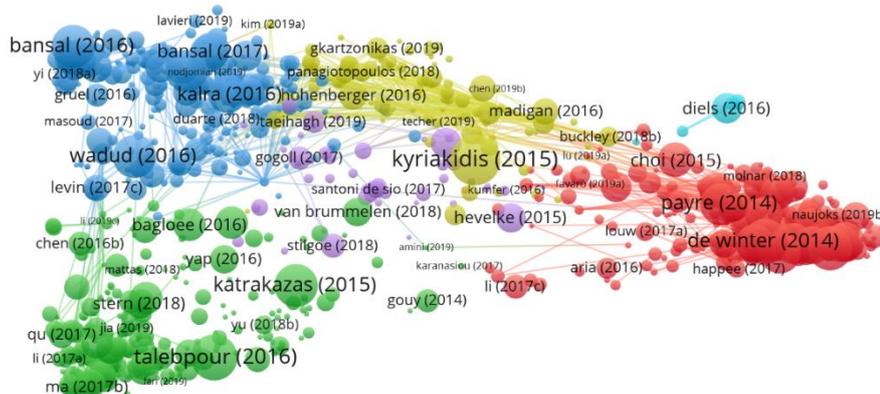
Figura 4 - Acoplamento bibliográfico com os 1000 documentos com maior força total de *link* com os demais documentos – Web of Science



Fonte: Autoria própria (2021), com auxílio do *software VOSviewer*.

Na Figura 5 apresenta-se o acoplamento bibliográfico dos dados da pesquisa na Scopus, com 6 clusters, tendo sido analisados os 10 documentos mais citados de cada um dos cluster, para assim entender sobre sua área de estudo. Percebe-se linhas de pesquisas centradas no comportamento e aceitabilidade do usuário, com exceção do cluster verde, sendo que este aborda questões de operação do tráfego relacionadas com o uso dos VAs. O fato dos clusters desta análise serem mais focados no comportamento e aceitabilidade do usuário, possivelmente se deve aos resultados da Scopus terem sido filtrados pela área *Social Science*.

Figura 5 - Acoplamento bibliográfico com os 1000 documentos com maior força total de *link* com os demais documentos – Scopus



Fonte: Autoria própria (2021), com auxílio do *software VOSviewer*.

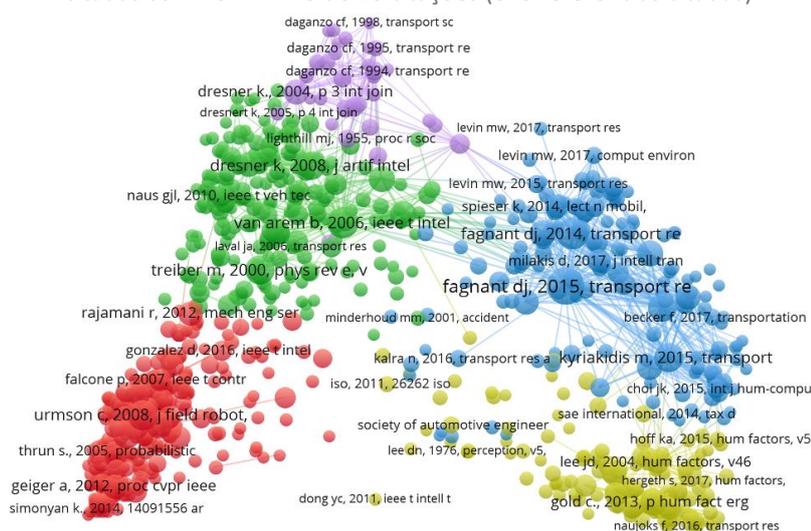
## Co-citação

A co-citação é a frequência em que dois documentos são citados juntos, e quanto maior número de publicações em que estas duas publicações são co-citadas, mais forte será a relação de co-citação entre a elas. Diferentemente do acoplamento bibliográfico, que mapeia os documentos encontrados na pesquisa, a co-citação vincula os documentos citados, sendo uma relação estabelecida pelos autores citadores (SMALL, 1973; VAN ECK; WALTMAN, 2014).

A análise só foi possível ser realizada nos dados da pesquisa da *Web of Science*. Já os dados da *Scopus* precisariam de um tratamento maior, pois a análise estaria propensa a erros devido ao fato de o banco de dados apresentar diferenças na ortografia de uma mesma referência, sendo que uma mesma referência aparecia mais de uma vez no mapa, mas com nomes diferentes.

No mapa de co-citações da pesquisa na *WoS* observa-se 5 *clusters* obtidos (Figura 6), e foi utilizado o método de contagem completa, em que cada *link* de co-citação tem o mesmo peso. Foram selecionados somente as referências com no mínimo 10 citações, obtendo-se 843 referências citadas dos documentos. As 10 referências que mais foram citadas pelos documentos da pesquisa em cada *cluster* foram analisadas para se definir a área temática deste. Por se tratar de referências, alguns destes documentos não estão relacionados diretamente com VA, como os *clusters* verde e roxo que abordam sobre análise e modelos de fluxo de tráfego. O *cluster* vermelho está mais focado na robótica móvel, com temas que abordam sobre VAs desenvolvidos e sistemas para condução autônoma, enquanto os *cluster* azul e amarelo são voltados para a área social e comportamental de VA.

Figura 6 - Co-citação com os documentos da web of Science, com as referências citadas com no mínimo de 10 citações (843 referências citadas)



Fonte: Autoria própria (2021), com auxílio do *software VOSviewer*.

## Co-autoria de países

As redes bibliométricas baseadas em co-autoria podem analisar redes de pesquisadores, instituições de pesquisa ou países com base no número de



Na análise de co-autoria dos dados da pesquisa da *Scopus* (Figura 8), também foram selecionados os países com no mínimo 10 documentos, obtendo-se 37 países agrupados em 7 *clusters*. Já o Brasil nesta análise possui apenas 20 documentos com 5 *links* com outros países (Estados Unidos, Canadá, França, Austrália e Egito). A maior força de *link* novamente é com a França, mostrando que o Brasil e a França possuem uma rede de pesquisadores bem estabelecida, tornando-se num parceiro estratégico. Nas duas análises (Figura 7 e Figura 8) observa-se aproximação do Brasil com EUA, Austrália e França.

Quanto aos países que mais publicam sobre VAs na *WoS* e na *Scopus* na área de transportes, na Tabela 1 é apresentado o *ranking* com 15 países que mais publicam, sendo os Estados Unidos, Alemanha e China os países que mais publicam nas duas bases de dados. Para uma análise comparativa o Brasil foi adicionado, tendo a posição 17° do país que mais publica na *WoS* (0,9% dos registros) e o 28° na *Scopus* (0,7% dos registros).

Tabela 1 - Países que mais publicam na Web of Science e na Scopus

Países	Web of Science			Scopus		
	Ranking	Nº de publicações	% de 3926	Ranking	Nº de publicações	% de 3047
Estados Unidos	1º	1144	29,1%	1º	925	30,4%
Alemanha	2º	788	20,1%	2º	474	15,6%
China	3º	531	13,5%	3º	320	10,5%
França	4º	239	6,1%	8º	122	4,0%
Reino Unido	5º	202	5,1%	4º	230	7,5%
Países Baixos	6º	194	4,9%	5º	176	5,8%
Japão	7º	187	4,8%	7º	135	4,4%
Coreia do Sul	8º	157	4,0%	12º	80	2,6%
Canadá	9º	152	3,9%	9º	99	3,2%
Suécia	10º	143	3,6%	10º	89	2,9%
Austrália	11º	137	3,5%	6º	141	4,6%
Itália	12º	132	3,4%	11º	88	2,9%
Espanha	13º	113	2,9%	14º	65	2,1%
Áustria	14º	75	1,9%	13º	67	2,2%
Singapura	15º	62	1,6%	15º	43	1,4%
Brasil	17º	36	0,9%	28º	20	0,7%

Fonte: Autoria própria (2021).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo realizar uma revisão bibliométrica sobre os estudos de veículos autônomos na área de transportes, obtendo-se as linhas de pesquisa que estão sendo desenvolvidas sobre o tema. Para esta análise se usou

duas bases de dados consolidadas e de reconhecida qualidade, a *WoS* e a *Scopus*, obtendo 3.926 e 3.047 resultados respectivamente, sendo o campo espaço-tempo da pesquisa limitado até dezembro de 2019. Assim se deve considerar que as análises apresentadas neste artigo estão limitadas aos resultados fornecidos nestas duas bases, e pelo campo espaço-tempo da pesquisa definido. O tema de VA apresentou estar crescendo consideravelmente ano a ano nas duas bases de dados, principalmente na *Scopus*, com maior intensidade a partir de 2014.

Pelas redes de co-ocorrências de palavras do título e do resumo percebe-se que a área de VA se foca em duas grandes linhas de pesquisa, sendo uma voltada nos aspectos técnicos e tecnológicos para operação e desenvolvimento dos VA, enquanto a outra considera as questões sociais e comportamentais associadas aos VAs. E estas linhas de pesquisas foram confirmadas pelas análises de acoplamento bibliográfico e co-citação. No mapa de acoplamento da *WoS*, formado por quatro *clusters*, possui dois *clusters* em cada uma dessas grandes linhas, sendo na linha focado em aspectos tecnológicos, um *cluster* foca na direção automatizada no sistema de transporte, e fluxo e operação do tráfego, e outro sobre sistemas desenvolvidos para condução autônoma. Já na grande linha relacionada com questões sociais e comportamentais, um *cluster* foca no impacto e aceitabilidade pública dos VAs, e o outro aborda sobre simuladores de direção, isto é, o comportamento do motorista nos VAs. Já no mapa de acoplamento da *Scopus*, somente um *cluster* foca na área de operação dos VA no sistema de transporte, enquanto os demais cinco *clusters* são focados na linha social e comportamental. Nestes cinco *clusters*, dois *clusters* são voltados para o comportamento do motorista em relação aos VA, dois são voltados principalmente para a aceitabilidade pública, e último voltado para as questões éticas e sociais. Já na análise de co-citação da *WoS*, dois *clusters* não são focados diretamente nos VA, abordando sobre análise e modelos de fluxo de tráfego. Já os demais *clusters*, dois são focados na linha social e comportamental, e um em desenvolvimento de VA.

Ao se analisar as redes bibliométricas baseadas em co-autoria de países, ao se observar o Brasil, é notável que este apresenta uma parceria considerável com a França. Porém ao se analisar os países que mais publicam sobre VA, o Brasil não apresenta um quantitativo relevante de documentos, estando em 17º no *ranking* de países que mais publicaram na *WoS* (0,9% dos registros) e o 28º na *Scopus* (0,7% dos registros), sendo que, por exemplo, a sua parceira, a França, se encontra em 4º na *WoS* e em 8º na *Scopus*. Assim, se ver a necessidade de descobrir quais as linhas de pesquisa o Brasil vem desenvolvendo, para começar estabelecer as prioridades de pesquisas brasileiras tanto em nível acadêmico quanto em questões de políticas públicas, para assim buscar alcançar patamares maiores. Assim, sugere-se uma análise mais aprofundada das pesquisas que estão sendo desenvolvidas no Brasil, observando como se encontra a sua rede de pesquisadores e quais suas linhas de pesquisa, para assim entender o estado atual de pesquisa, e em seguida definir as futuras direções de pesquisas.

## Bibliometric review of studies related to automated vehicles in indexed journals from the Web of Science and Scopus databases

### ABSTRACT

The emergence of new technologies in transport such as Automated Vehicles (AV) has generated a series of studies about their effects on the society. Therefore, this article presents a literature review on AV from the publications of the Web of Science and Scopus databases. A bibliometric analysis was applied, considering the co-occurrence of keywords, bibliographic coupling, co-citation and co-authorship. In general, the results show that two major areas stand out in the research, they are: the technological component related to the development and improvement of AV and the social component related to behavioral aspects of AV acceptability.

**KEYWORDS:** Automated Vehicle. Bibliometric review. VOSviewer. Bibliometric Network.

---

## AGRADECIMENTOS

Um agradecimento à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor para o desenvolvimento da dissertação que deu origem a este trabalho.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, J. M. et al. **Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers**. Santa Mônica, California: RAND Corporation, 2016.

COBO, M. J. et al. Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 62, n. 7, p. 1382–1402, jul. 2011.

DE WINTER, J. C. F. et al. Effects of adaptive cruise control and highly automated driving on workload and situation awareness: A review of the empirical evidence. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, v. 27, n. PB, p. 196–217, 2014.

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

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

GANDIA, R. M. et al. Autonomous vehicles: scientometric and bibliometric review. **Transport Reviews**, v. 39, n. 1, p. 9–28, 2 jan. 2019.

GOGOLL, J.; MÜLLER, J. F. Autonomous Cars: In Favor of a Mandatory Ethics Setting. **Science and Engineering Ethics**, v. 23, n. 3, p. 681–700, 2017.

HEVELKE, A.; NIDA-RÜMELIN, J. Responsibility for Crashes of Autonomous Vehicles: An Ethical Analysis. **Science and Engineering Ethics**, v. 21, n. 3, p. 619–630, 2015.

KESSLER, M. M. Bibliographic coupling between scientific papers. **American Documentation**, v. 14, n. 1, p. 10–25, jan. 1963.

KYRIAKIDIS, M.; HAPPEE, R.; DE WINTER, J. C. F. Public opinion on automated driving: Results of an international questionnaire among 5000 respondents.

---

**Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, v. 32, p. 127–140, 2015.

LI, Y. et al. Sources of atmospheric pollution: a bibliometric analysis. **Scientometrics**, v. 112, n. 2, p. 1025–1045, 29 ago. 2017.

MILAKIS, D. et al. Development and transport implications of automated vehicles in the Netherlands Scenarios for 2030 and 2050. **European Journal of Transport and Infrastructure Research**, v. 17, n. 1, p. 63–85, 2017.

MODAK, N. M. et al. Fifty years of Transportation Research journals: A bibliometric overview. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 120, p. 188–223, fev. 2019.

MORA, L.; BOLICI, R.; DEAKIN, M. The First Two Decades of Smart-City Research: A Bibliometric Analysis. **Journal of Urban Technology**, v. 24, n. 1, p. 3–27, 2 jan. 2017.

PETIT, J.; SHLADOVER, S. E. Potential Cyberattacks on Automated Vehicles. **IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems**, v. 16, n. 2, p. 546–556, 2015.

ROMANO, A. B. et al. Revisão Bibliométrica Dos Fatores Que Influenciam O Uso De Bicicleta Fazendo Uso Da Teoria Do Enfoque Meta Analítico Consolidado (TEMAC). In 32º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET, 2018, Gramado, Rio Grande do Sul. **Anais [...]**. Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (ANPET), 2018. p. 2726–2737.

SANTONI DE SIO, F. Killing by Autonomous Vehicles and the Legal Doctrine of Necessity. **Ethical Theory and Moral Practice**, v. 20, n. 2, p. 411–429, 2017.

SANTOS, L. C. B. DOS. **Implantação de veículos autônomos no contexto brasileiro: avaliação dos fatores que influenciam no interesse de uso com equações estruturais**. 2017. Monografia (Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2017.

SILVA, Y. R. M. DA. **Aceitabilidade de uso de veículos autônomos de passeio utilizando modelo comportamental adaptado à realidade brasileira**. 2018. Monografia (Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2018.

SMALL, H. Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 24, n. 4, p. 265–269, jul. 1973.

TAEIHAGH, A.; LIM, H. S. M. Governing autonomous vehicles: emerging responses for safety, liability, privacy, cybersecurity, and industry risks. **Transport Reviews**, v. 39, n. 1, p. 103–128, 2 jan. 2019.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. VOS: A New Method for Visualizing Similarities Between Objects. In: Decker R., Lenz H.J. (eds) **Advances in Data Analysis. Studies in Classification, Data Analysis, and Knowledge Organization**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2007. p. 299–306.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523–538, 31 ago. 2010.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Visualizing Bibliometric Networks. In: Ding Y., Rousseau R., Wolfram D. (eds) **Measuring Scholarly Impact**. Springer, Cham, 2014. p. 285–320.

WALTMAN, L.; VAN ECK, N. J.; NOYONS, E. C. M. A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks. **Journal of Informetrics**, v. 4, n. 4, p. 629–635, 2010.

**Recebido:** 12/11/2020

**Aprovado:** 15/07/2021

**DOI:** 10.3895/rts.v17n49.13429

**Como citar:** ROMANO, A. B.; TACO, P. W. G. Revisão bibliométrica dos estudos referentes a Veículos Autônomos em revistas indexadas das bases de dados Web of Science e Scopus. **Rev. Technol. Soc.**, Curitiba, v. 17, n. 49, p. 172-187, out./dez. 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/13429>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

