

Mobilidade inteligente e sustentabilidade: uma análise bibliométrica

Tatiane Borchers

Doutoranda, UFSCar, Brasil
tatiane@estudante.ufscar.br

Victor Garcia Figueirôa-Ferreira

Doutorando, UFSCar, Brasil
victor.figueiroa@estudante.ufscar.br

Ricardo Augusto Souza Fernandes

Professor Doutor, UFSCar, Brasil
ricardo.asf@ufscar.br

RESUMO

No fim da década de 1980, sustentabilidade passou a ser foco de atenção no mundo todo. Mais recentemente, com a consolidação das pesquisas e implantações de cidades inteligentes, características que permeiam esse conceito também passaram a ser estudados em maior profundidade, como é o caso de mobilidade e ambiente inteligente. Este estudo busca fazer uma análise bibliométrica sobre mobilidade inteligente e sustentabilidade. Os resultados encontrados mostram que as pesquisas dessa área são recentes, com menos de uma década de publicação, que a Europa concentra o maior percentual de participação em número de publicações e citações e que o principal assunto tratado nos trabalhos mais citados é o questionamento da ligação entre cidades inteligentes, mobilidade inteligente e sustentabilidade. A rede de palavras-chave apresenta lacunas de pesquisa, que representam oportunidades de contribuição científica para estudos futuros.

PALAVRAS-CHAVE: Ambiente Inteligente. Bibliometria. Cidades inteligentes. Mobilidade Inteligente. Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

Tornar as cidades existentes mais ecológicas é uma prioridade urgente no impulso global para a sustentabilidade. Entretanto, mudar o desenvolvimento urbano das suas atuais tendências e padrões insustentáveis é um processo desafiante (KENWORTHY, 2006). A necessidade de promover um meio ambiente ecologicamente equilibrado, socialmente justo e economicamente viável é essencial à qualidade de vida da presente e futuras gerações (BRASIL, 1988), e atualmente essa inevitabilidade é indissociável das tecnologias de informação e comunicação (TIC's) e da internet das coisas (IoT), ambas essenciais às chamadas cidades inteligentes.

Entende-se o conceito e a estratégia de desenvolvimento das cidades inteligentes como um modelo em que há um alto investimento em TIC's e em IoT, bem como em capital humano e social, a fim de promover a qualidade de vida e a sustentabilidade de forma universal, ou seja, a cidade inteligente é multidimensional e a sustentabilidade de suas iniciativas é uma condição intrínseca (ALBINO *et al.*, 2015). Com a consolidação de pesquisas em cidades inteligentes, diversos temas relacionados também passaram a ser pesquisados. Giffinger *et al.* (2007) mencionam seis características de uma cidade inteligente: 1) Economia inteligente ou o nível de competitividade; 2) Pessoas inteligentes, o capital social e humano; 3) Governança inteligente, com destaque para a participação da sociedade; 4) Mobilidade inteligente, em geral o uso de TIC's e IoT no transporte urbano; 5) Meio ambiente inteligente, a gestão e uso dos recursos naturais; e 6) Vida inteligente, ou seja, qualidade de vida. Estudar como essas características se relacionam permite visualizar tendências e oportunidades de contribuição científica na área.

Segundo Bibri e Krogstie (2017), não existe um conceito definitivo de sustentabilidade, mas a disseminação global do conceito ocorreu no fim dos anos 1980. Sustentabilidade é um paradigma do pensamento social que é defendido para orientar e configurar o desenvolvimento da sociedade nas suas esferas proeminentes, incluindo ciência e inovação, tecnologia, economia, planejamento urbano, política e institucionalização. Ainda, em termos gerais, sustentabilidade é um estado no qual a sociedade não prejudica os sistemas naturais e sociais.

A mobilidade é um fator importante no contexto do desenvolvimento sustentável devido à pressão que exerce sobre o ambiente, e aos seus impactos econômicos e sociais. Para Kenworthy (2006), um dos dez pontos críticos para uma cidade sustentável passa por favorecer os modos de deslocamentos ativos e os sistemas de transporte público, minimizando o uso de automóveis e motocicletas. Entretanto, assim como o conceito de sustentabilidade, o de mobilidade inteligente é vago, ambíguo ou mesmo ausente na literatura. Muitas vezes, sustentável é utilizado como sinônimo de inteligente, no entanto, apesar da definição de sustentabilidade fazer parte da definição de inteligência, esta não é suficiente para abarcar a totalidade do que pode ser compreendido por inteligente. De forma resumida, pode-se dizer que mobilidade inteligente é a que: i) utiliza a tecnologia para gerar e partilhar dados, informações e conhecimentos para melhor tomada de decisões; ii) utiliza tecnologia para melhorar veículos, infraestruturas e os serviços; e iii) provê melhorias para os operadores, usuários do sistema de transporte e investidores dos sistemas (LYONS, 2018; NOY; GIVONI, 2018).

Lyons (2018) afirma que a mobilidade urbana deve contribuir para a sustentabilidade e que a relação entre sustentável e inteligente está evoluindo. Percebe-se, portanto, que os temas são interdependentes, e assim como Ferreira *et al.* (2017) analisaram cidades inteligentes a partir das características de governança e governabilidade, faz-se necessário analisar as produções acadêmicas e identificar as lacunas existentes entre os aspectos de uma cidade inteligente. A seguir, são apresentados os objetivos deste estudo, a metodologia utilizada, os resultados observados e as conclusões provenientes da análise dos resultados.

2. OBJETIVOS

Esse estudo propõe-se a identificar lacunas e possibilidades de pesquisa sobre os temas mobilidade inteligente e sustentabilidade, através de uma análise bibliométrica.

3. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho é composta por duas etapas: i) coleta de dados bibliográficos; e ii) análise bibliométrica dos resultados.

3.1 Coleta de dados bibliográficos

A primeira etapa consistiu na busca na base de dados Scopus, que é multidisciplinar e indexa periódicos de grande relevância. Os termos buscados foram “*smart mobility*” e “*sustainability*” (mobilidade inteligente e sustentabilidade), com restrição a publicações em língua inglesa. A busca foi realizada no dia 28 de abril de 2021, da seguinte forma:

TITLE-ABS-KEY (“smart mobility” AND “sustainability”) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, “English”))

Os resultados obtidos foram coletados em formato de planilha de dados para serem analisados em softwares de bibliometria. Os dados coletados incluem data de publicação, país de origem, palavras-chave, entre outros.

3.2 Análise bibliométrica

A bibliometria possibilita a observação do estado da arte do tema de pesquisa e de um determinado campo da ciência por meio de análise da produção científica indexada em um repositório de dados. Através de análises bibliométricas, é possível identificar tendências de produção, impacto das produções científicas, evolução histórica, autores, instituições e periódicos relevantes em determinada área. Ainda, é possível vislumbrar oportunidades de contribuição científica na área de pesquisa (SOARES *et al.*, 2016; FERREIRA *et al.*, 2017).

Os resultados obtidos na coleta de dados foram importados no software VOSViewer, responsável pela construção e visualização de redes bibliométricas. Foram analisados a evolução histórica das publicações, os países que mais publicam nesta área, quais são os tipos de publicação indexados na base de dados, quais os trabalhos mais citados e, por fim, um mapa temático com palavras-chave utilizadas pelos autores foi criado para análise das principais conexões de temas de pesquisa nessa área.

4. RESULTADOS

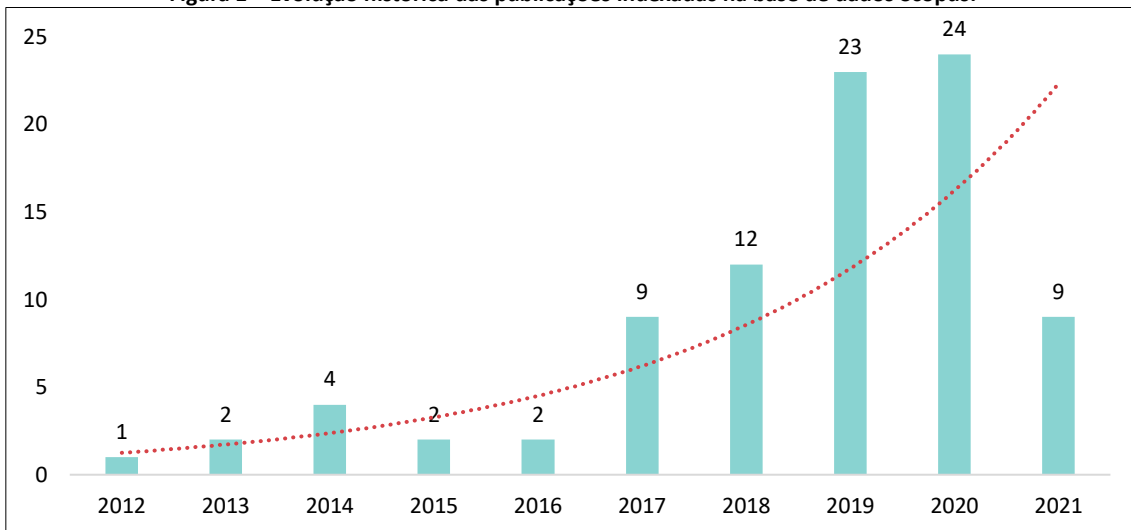
A busca com os termos "*smart mobility*" e "*sustainability*", limitada a publicações publicados em língua inglesa, obteve em 88 resultados, com 286 autores e um conjunto de 318 palavras-chave relacionadas. Tais resultados são detalhados nas subseções que seguem.

4.1 Evolução histórica

O surgimento das pesquisas nesta área é recente, com menos de uma década de desenvolvimento, conforme pode ser observado na

Figura 1. Mesmo sendo um tema recente, com poucas publicações desde 2012, percebe-se uma tendência de aumento nas publicações. O pico até então, foi no ano de 2020 com 24 publicações, demonstrando assim um perfil de crescimento exponencial.

Figura 1 – Evolução histórica das publicações indexadas na base de dados Scopus.

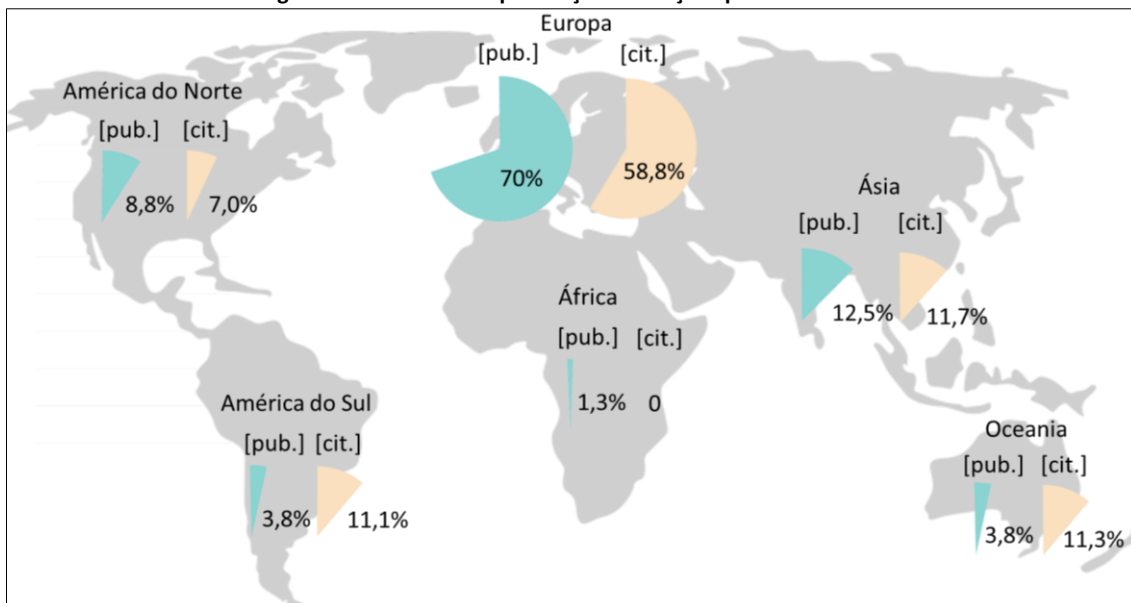


Fonte: elaboração própria, 2021.

4.2 Divisão geográfica das publicações

Um aspecto importante a ser analisado, é em qual lugar do mundo estão sendo produzidas publicações em relação ao tema de mobilidade inteligente e sustentabilidade. Para tal, foram agregados dados referentes a país e contabilizados o número de publicações e citações correspondentes. Nessa análise, foram excluídas 8 publicações que não tinham informação referente ao país. Na Figura 2 estão compilados os dados por continente. A Europa concentra a maioria das publicações (70%) e citações (58,8%), seguida pela Ásia com 12,5% das publicações e 11,7% das citações. Na América do Sul, todas as publicações são do Brasil e, apesar de pouca participação percentual no total de publicações (3,8%), possuem 11,1% das citações.

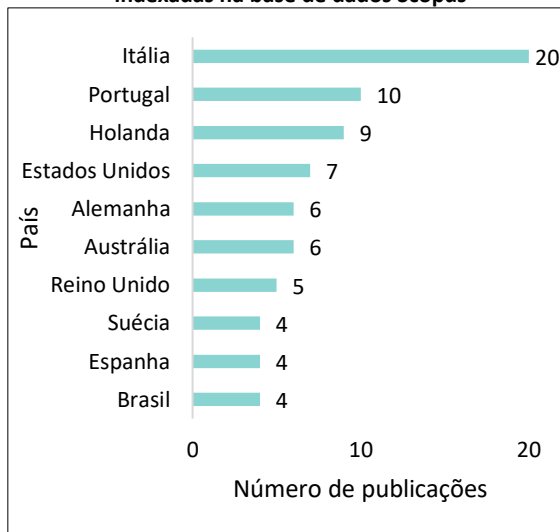
Figura 2 - Percentual de publicações e citações por continente.



Fonte: elaboração própria, 2021.

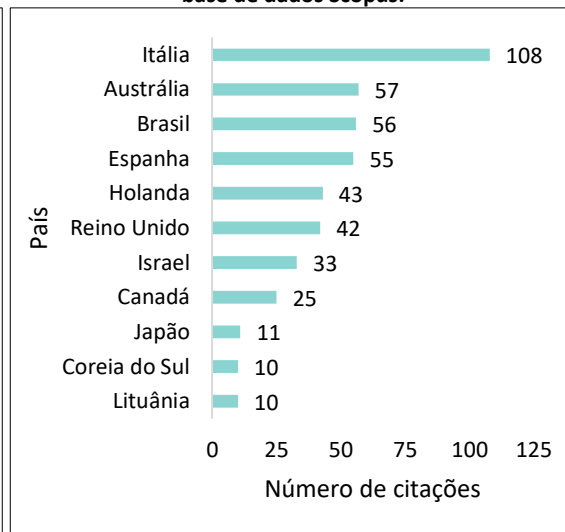
Na Figura 3, é apresentado o número de publicações dos dez países com mais publicações. A Itália é o país com o maior número de publicações, tendo o dobro de publicações de Portugal, que é o segundo país da lista. O Brasil aparece em décimo lugar, com quatro publicações. Quando analisado o número de citações por país (Figura 4), a Itália continua em primeiro lugar e bem à frente dos outros países, seguida por Austrália, Brasil e Espanha com número similar de citações. Portugal, apesar de ser um dos maiores produtores científicos, não figura entre os países com maiores números de citações.

Figura 3 - Países com maior número de publicações indexadas na base de dados Scopus



Fonte: elaboração própria, 2021.

Figura 4 - Países com maior número de citações na base de dados Scopus.



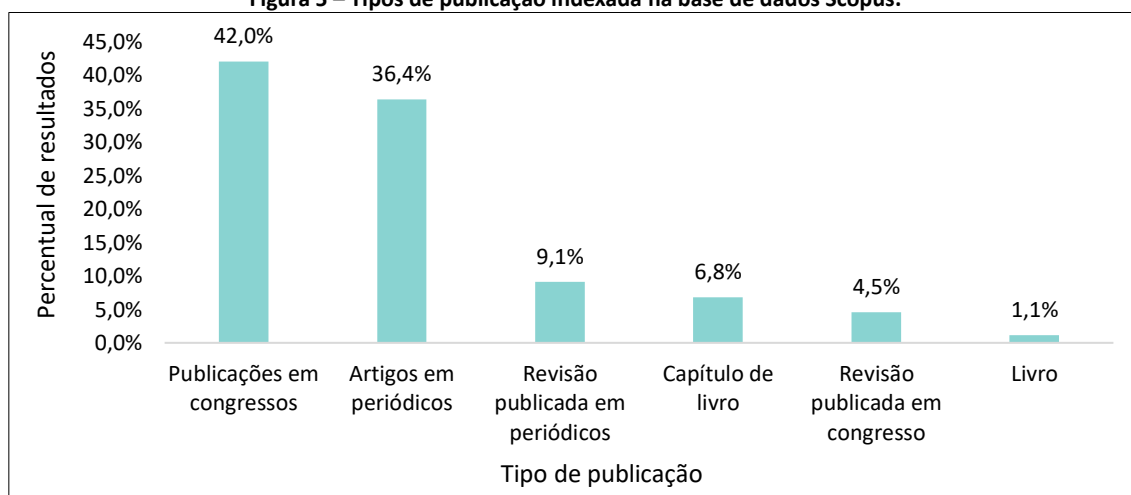
Fonte: elaboração própria, 2021.

4.3 Publicações por tipo

Conforme apresentado na subseção 4.1, a evolução histórica das publicações é bastante recente. De certa maneira, isso se relaciona aos tipos de publicações retornados na busca, dado que a maior quantidade se refere às publicações em congressos (42%). Artigos em periódicos são o segundo tipo mais frequente (36,4%). Ainda foram retornados artigos de revisão em periódicos (9,1%), capítulos de livros (6,8%), revisão publicada em congressos (4,5%) e livros (1,1%). Os resultados por tipo de publicação são apresentados na

Figura 5.

Figura 5 – Tipos de publicação indexada na base de dados Scopus.



Fonte: elaboração própria, 2021.

4.4 Trabalhos mais citados

Na

Tabela 1 são apresentadas as dez publicações com maior número de citações. Esses artigos contabilizam 63% do total de citações retornadas na busca e foram publicados entre 2016 e 2019. O principal assunto tratado nesses trabalhos é justamente o questionamento da ligação entre cidades inteligentes, mobilidade inteligente e sustentabilidade (PINNA *et al.*, 2017; YIGITCANLAR; KAMRUZZAMAN, 2019; NOY; GIVONI, 2018; JEEKEL, 2019; ALETÀ *et al.*, 2017). Duas publicações com participação de instituições brasileiras encontram-se entre as mais citadas, a de Yigitcanlar *et al.* (2019) e a de Souza *et al.* (2019).

Tabela 1 – Publicações mais citadas

Autores	Título	Periódico	Ano	Citações
Pinna F.; Masala F.; Garau C.	Urban policies and mobility trends in Italian smart cities	Sustainability (Switzerland) 9(4),494	2017	48
Behrendt F.	Why cycling matters for Smart Cities. Internet of Bicycles for Intelligent Transport	Journal of Transport Geography 56, pp. 157-164	2016	42
Yigitcanlar T.; Kamruzzaman M.	Smart Cities and Mobility: Does the Smartness of Australian Cities Lead to Sustainable Commuting Patterns?	Journal of Urban Technology 26(2), pp. 21-46	2019	36
Yigitcanlar T.; Wilson M.; Kamruzzaman M.	Disruptive impacts of automated driving systems on the built environment and land use: An urban planner's perspective	Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity 5(2),24	2019	33
Noy K.; Givoni M.	Is 'smart mobility' sustainable? Examining the views and beliefs of transport's technological entrepreneurs	Sustainability (Switzerland) 10(2),422	2018	33
Lopez-Carreiro I.; Monzon A.	Evaluating sustainability and innovation of mobility patterns in Spanish cities. Analysis by size and urban typology	Sustainable Cities and Society 38, pp. 684-696	2018	30
Qi W.; Shen Z.-J.M.	A Smart-City Scope of Operations Management	Production and Operations Management 28(2), pp. 393-406	2019	25
Jeekel H.	Social Sustainability and Smart Mobility: Exploring the relationship	Transportation Research Procedia 25, pp. 4296-4310	2017	24
de Souza J.T.; de Francisco A.C.; Piekariski C.M.; do Prado G.F.	Data mining and machine learning to promote smart cities: A systematic review from 2000 to 2018	Sustainability (Switzerland) 11(4),1077	2019	23
Aletà N.B.; Alonso C.M.; Ruiz R.M.A.	Smart Mobility and Smart Environment in the Spanish cities	Transportation Research Procedia 24, pp. 163-170	2017	23

Fonte: elaboração própria, 2021.

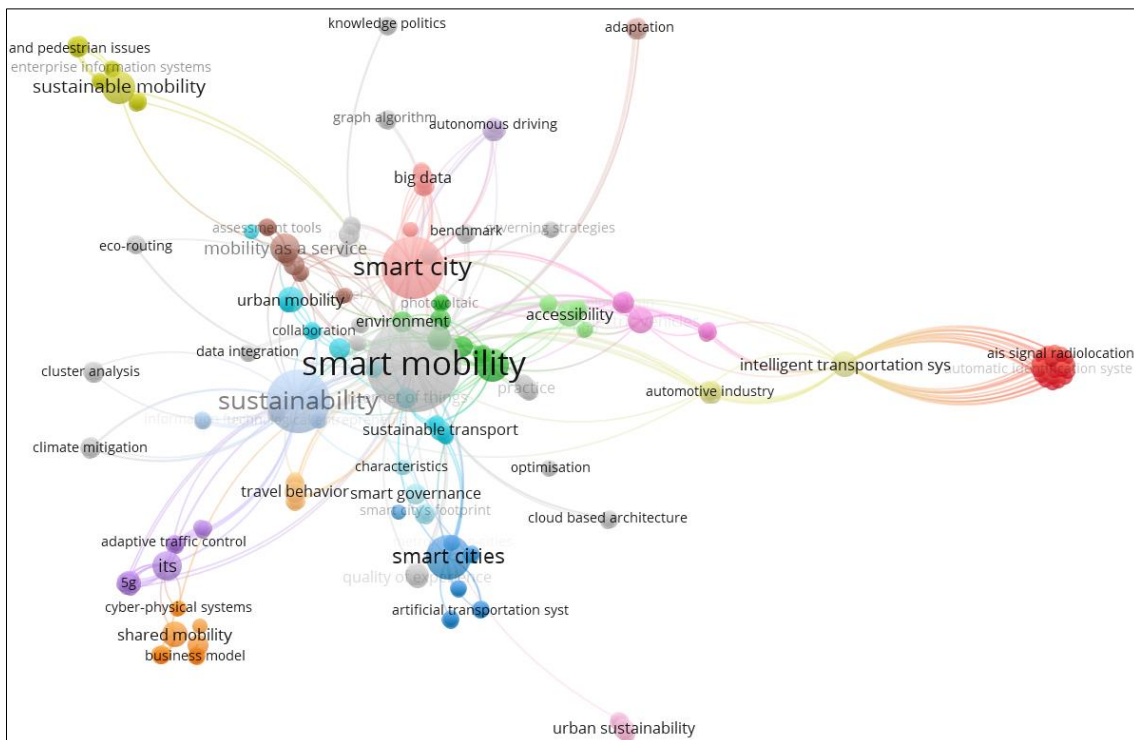
4.5 Análise das palavras-chave

A busca pelos termos "*smart mobility*" e "*sustainability*" retornou 318 palavras-chave de autores, apresentadas em forma de rede na Figura 6. Na rede, gerada no software VOSviewer, é possível observar os *clusters* formados pelas palavras-chave, diferenciados por cor, além das ligações entre si e quais possuem maior ocorrência - quanto maior o círculo, maior o número de ocorrências da palavra-chave. Percebe-se vários pontos menores, representando áreas de pesquisa em formação, mas ainda não consolidadas. Esses pontos menores estão, em sua maioria, ligados a palavras-chave abrangentes como "*smart city*" (cidade inteligente), "*smart cities*" (cidades inteligentes), além dos próprios termos buscados "*smart mobility*" e "*sustainability*". Isso demonstra que existem lacunas de pesquisa na área, relacionadas à conexão entre os *clusters* apresentados na Figura 6. Como demonstrado por Borchers e Ribeiro

(2019) e Pitilin e Da Penha Sanches (2020), em redes de palavras-chave geradas por áreas de pesquisa mais antigas e consolidadas, os *clusters* possuem maior interconexão, não estando relacionados apenas a palavras-chave mais abrangentes.

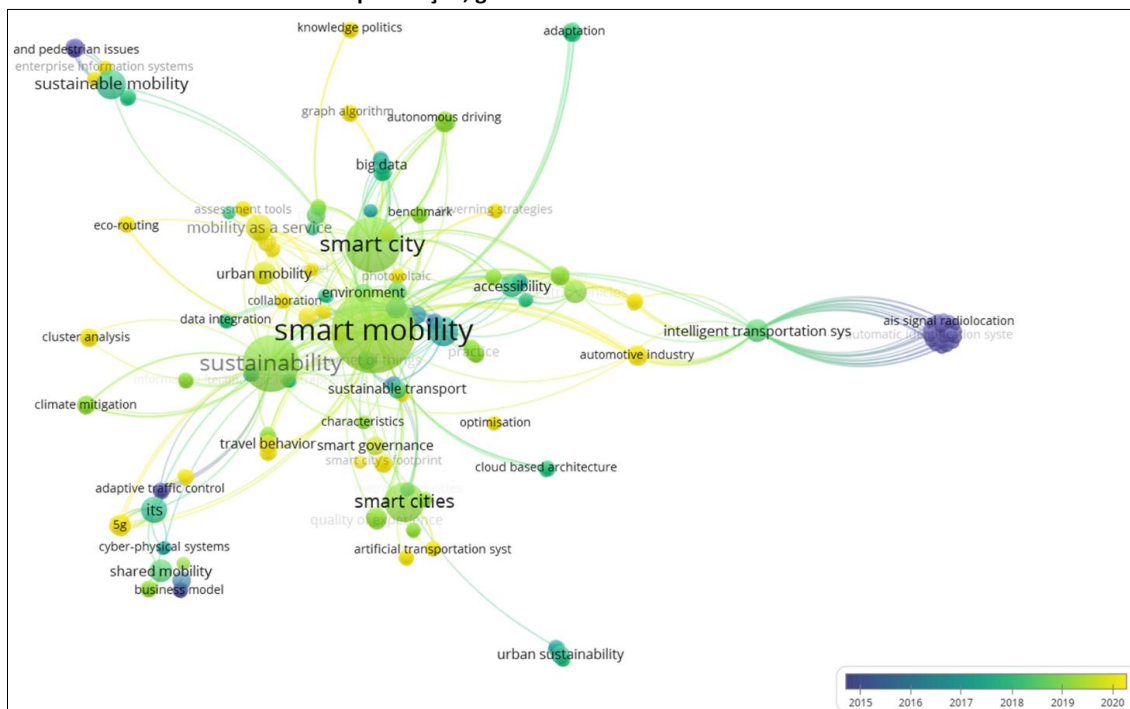
Tais afirmações são corroboradas pela Figura 7, onde a rede de palavras-chave é apresentada de acordo com o ano de publicação. Os pontos menos conectados são os mais recentes e representam lacunas existentes que se apresentam como oportunidades de contribuição inovadoras na área.

Figura 6 - Visualização da rede das palavras-chaves para a busca "smart mobility" e "sustainability", gerada no software VOSViewer



Fonte: elaboração própria, 2021.

Figura 7 - Visualização da rede das palavras-chaves para a busca "smart mobility" e "sustainability" por ano de publicação, gerada no software VOSViewer



Fonte: elaboração própria, 2021.

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho contribui para a identificação da relação entre mobilidade inteligente e sustentabilidade através de uma análise bibliométrica. Para isso, foram analisados os artigos referentes ao tema indexados na base de dados SCOPUS, cuja busca ocorreu no dia 28 de abril de 2021 e resultou em 88 publicações em língua inglesa, além de 286 autores e 318 palavras-chave relacionados.

Os resultados apresentados mostram que a conexão entre pesquisas de mobilidade inteligente e sustentabilidade é recente e as pesquisas remontam a 2012. A Itália se destaca como o país com maior número de publicações e citações e, em termos de continente, a Europa concentra cerca de 70% das publicações e 58,8% das citações. O Brasil é o único país da América do Sul com publicações indexadas e apesar de ser responsável por apenas 3,8% das publicações, representa 11,1% das citações. Possivelmente, devido ao caráter recente das pesquisas, a maioria das publicações (42%) é feita em congressos, seguida de periódicos com 36,4%. Os dez artigos mais citados, entre eles dois relacionados com instituições brasileiras, representam 63% das citações da área. O principal tema abordado por esses artigos é justamente o questionamento da ligação entre cidades inteligentes, mobilidade inteligente e sustentabilidade.

A análise das palavras-chave mostra uma rede com pontos conectados principalmente com termos abrangentes como "smart city", "smart cities", além dos próprios termos buscados "smart mobility" e "sustainability". As ligações entre clusters independentes dos termos mais

abrangentes são escassas e representam lacunas de pesquisa, que podem ser tomadas como oportunidades de contribuição inovadoras na área.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- ALBINO, V.; BERARDI, U.; DANGELICO, R. M. Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of Urban Technology*, v. 22, n. 1, p. 3-21, 2015.
- ALETÀ, N. B.; ALONSO, C. M.; RUIZ, R. M. A. Smart mobility and smart environment in the Spanish cities. *Transportation research procedia*, v. 24, p. 163-170, 2017.
- BEHRENDT, F. Why cycling matters for smart cities. Internet of bicycles for intelligent transport. *Journal of transport geography*, v. 56, p. 157-164, 2016.
- BORCHERS, T.; RIBEIRO, R. A. Priorização de transporte público por ônibus em cidades médias: revisão, discussão e ferramentas para planejamento. In: **ANPET – CONGRESSO EM PESQUISA E ENSINO DE TRANSPORTES**, 33, Balneário Camboriú/SC, 2019.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.html. Acesso em: 29 abr. 2021.
- ELSEVIER. SCOPUS. Editora Elsevier, 2021. Disponível em: <<https://www.scopus.com/home>>. Acesso em: 28 abr. 2021.
- FERREIRA, V. G. F.; WILMERS, J. T.; FERNANDES, R. A.; HOFFMANN, W. A. Análise bibliométrica na área de pesquisa em cidades inteligentes a partir das características de governança e governabilidade. In: **XVIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO (XVIII ENANCIB)**. 2017.
- JEEKEL, H. Social sustainability and smart mobility: Exploring the relationship. *Transportation Research Procedia*, v. 25, p. 4296-4310, 2017.
- KENWORTHY, J. R. The eco-city: ten key transport and planning dimensions for sustainable city development. *Environment and urbanization*, v. 18, n. 1, p. 67-85, 2006.
- LOPEZ-CARREIRO, I.; MONZON, A. Evaluating sustainability and innovation of mobility patterns in Spanish cities. Analysis by size and urban typology. *Sustainable Cities and Society*, v. 38, p. 684-696, 2018.
- LYONS, G. Getting smart about urban mobility—aligning the paradigms of smart and sustainable. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 115, p. 4-14, 2018.
- NOY, K; GIVONI, M. Is ‘smart mobility’ sustainable? Examining the views and beliefs of transport’s technological entrepreneurs. *Sustainability*, v. 10, n. 2, p. 422, 2018.
- PINNA, F.; MASALA, F.; GARAU, C. Urban policies and mobility trends in Italian smart cities. *Sustainability*, v. 9, n. 4, p. 494, 2017.
- PITILIN, T. R.; DA PENHA SANCHES, S. A caminhabilidade: uma análise bibliométrica. *Revista de Morfologia Urbana*, v. 8, n. 2, p. e00129-e00129, 2020.
- QI, W.; SHEN, Z.-J. M. A smart-city scope of operations management. *Production and Operations Management*, v. 28, n. 2, p. 393-406, 2019.

SOARES, P. B.; CARNEIRO, T. C. J.; CALMON, J. L.; CASTRO, L. O. D. C. D. Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre Tecnologia de Construção e Edificações na base de dados Web of Science. **Ambiente Construído**, v. 16, n. 1, p. 175-185, 2016.

SOUZA, J. T. de; FRANCISCO, A. C. D.; PIEKARSKI, C. M.; PRADO, G. F. D. Data mining and machine learning to promote smart cities: A systematic review from 2000 to 2018. **Sustainability**, v. 11, n. 4, p. 1077, 2019.

VOSVIEWER para Windows, versão 1.6.11. Desenvolvido por Nees Jan van Eck e Ludo Waltman no Centro de Ciência e Estudos de Tecnologia da Universidade de Leiden. Leiden University, The Netherlands, 2019. Disponível em <<https://www.vosviewer.com/>>. Acesso em 15 jun. 2019.

YIGITCANLAR, T.; KAMRUZZAMAN, M. Smart cities and mobility: does the smartness of Australian cities lead to sustainable commuting patterns?. **Journal of Urban Technology**, v. 26, n. 2, p. 21-46, 2019.

YIGITCANLAR, T.; WILSON, M.; KAMRUZZAMAN, M. Disruptive impacts of automated driving systems on the built environment and land use: An urban planner's perspective. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v. 5, n. 2, p. 24, 2019.