

Cidades sustentáveis e inteligentes: pontos de confluência e tendências de pesquisa

Victor Garcia Figueirôa-Ferreira

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

Tatiane Borchers

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

Ricardo Augusto Souza Fernandes

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

RESUMO

Com o objetivo de identificar pontos de aproximação e vazios a serem preenchidos nos esforços de relacionar pesquisas em cidades inteligentes e sustentáveis, este estudo fez uso da bibliometria e da cientometria para materializar as informações obtidas em buscas realizadas em base de dados acadêmica. Partindo da literatura em ambos os campos, procurou-se visualizar a partir dos dados quantitativos, o estado recente das pesquisas que possuem esse objetivo, onde foi possível averiguar que: (i) pesquisas que relacionam esses campos ainda são incipientes, e estão em ascensão; e (ii) ainda existe uma prevalência tecnocrática e um descolamento quanto aos avanços teóricos. Estas afirmações são apoiadas tanto nos resultados quantitativos quanto na literatura. Assim, quando usados em conjunto com as nuvens de palavras-chave, pode-se melhor visualizar oportunidades em diferentes frentes de pesquisa.

PALAVRAS-CHAVE: Bibliometria. Cidades Inteligentes. Cidades Sustentáveis. Cientometria.

1. INTRODUÇÃO

Em essência, o conceito de cidades inteligentes é um reflexo da complexidade e dinamismo dos sistemas urbanos, é um conjunto de diferentes atores e forças que procuram articular interpretações contra diferentes prioridades e objetivos, bem como é representativo da heterogeneidade entre as cidades em termos de escala, desenho urbano, populações e função. Giffinger *et al.* (2007) sugerem seis características de uma cidade inteligente, a saber: economia inteligente; pessoas inteligentes; governança inteligente; meio ambiente inteligente; vivência inteligente; e mobilidade inteligente. Avançando na definição, meio ambiente inteligente pode ser compreendido por: (i) condições naturais atrativas; (ii) níveis de poluição; (iii) proteção do meio ambiente; e (iv) gestão sustentável de recursos. Tendo isto como pano de fundo, o que se entende então por ambiente inteligente? Qual a proximidade desta característica e das demais com a noção de sustentabilidade e de cidades sustentáveis? Existe uma preocupação na literatura para aproximar sustentabilidade e inteligência?

As considerações realizadas por Ferreira (2019), Godspeed (2015), Hollands (2015), Luque-Ayala e Marvin (2015) e Lyons (2016), apontam para uma crescente preocupação de que as cidades inteligentes sejam impulsionadas pelo poder corporativo e pelos interesses comerciais em detrimento da compreensão das consequências para o desenvolvimento social e urbano, questões estas cruciais para a sustentabilidade dessas realidades urbanas “smartificadas”. Inclusive, o receio apresentado na literatura foi confirmado pelas avaliações de experiências inteligentes como as de Anthopoulos (2017), Grossi e Pianezzi (2017) e Wiig (2015a, 2015b), em que as definições e concepções do que é uma cidade inteligente contribuem para a percepção da mesma como uma utopia, um horizonte a ser atingido, ao mesmo tempo em que abrem espaço à aplicação de uma agenda neoliberal de forma a desvirtuar a própria essência do que é uma cidade inteligente. Cidadãos são transformados em consumidores e a cidade em um produto (FERREIRA, 2019; FERREIRA *et al.* 2021).

Nesse contexto, fazendo uso de análises bibliométricas e cientométricas este artigo busca desenhar o estado atual das pesquisas acadêmicas que procuram realizar essa aproximação necessária entre sustentabilidade e inteligência. Aproximação essa, essencial caso haja qualquer esperança de evitar um desenvolvimento socioeconômico desigual e ecologicamente predatório. No entanto, apesar de importante, esse diálogo não remedia as

preocupações da literatura muito menos afasta a possibilidade de implementação de políticas neoliberais, pois cidades inteligentes e sustentáveis (e vários outros qualitativos, *e.g.*, humanas, resilientes, disruptivas, etc.) também são passíveis de tornarem-se instrumentos hegemônicos de um metabolismo urbano neoliberal. Dessa forma, a visualização e compreensão das tendências e lacunas atuais das pesquisas relacionadas a estas questões é indispensável e de extrema importância.

É necessário pautar uma ruptura metabólica dos já instaurados sistemas e infraestruturas urbanas e políticas públicas, bem como resistir contra agendas e horizontes que defendam o aprofundamento e ampliação da produção neoliberal insustentável do espaço urbano (CLARK; FOSTER, 2009; CROSBY, 2004; FOSTER; CLARK, 2004; FRAME, 2016; QINGZHI, 2017; SAITO, 2021; TOMLINSON, 1997).

2. OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é identificar pontos de confluência e possíveis lacunas a serem preenchidos nos esforços de aproximação das pesquisas em cidades inteligentes e sustentáveis.

3. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho é composta pelas seguintes etapas: (i) coleta de dados bibliográficos; (ii) análise bibliométrica dos resultados; e (iii) identificação de pontos de confluência e tendências de pesquisa.

A bibliometria e a cientometria permitem visualizar quantitativamente o estado atual das pesquisas, bem como materializar os dados em mapas de palavras-chave e correlacionar temporalmente pesquisas e investigações. Já o levantamento bibliográfico permite uma análise qualitativa dos dados e resultados obtidos, bem como nortear buscas iniciais (FERREIRA *et al.*, 2017; GÓMEZ, *et al.*, 2016; SOARES *et al.*, 2016).

As pesquisas foram realizadas no dia 05 de agosto de 2021 na base de dados Scopus®, limitando os resultados para artigos publicados em periódicos de língua inglesa. As sentenças de busca utilizadas foram:

- 1) TITLE-ABS-KEY ("smart city" OR "smart cities" AND environment) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English")) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE, "j")) AND (EXCLUDE (PUBYEAR, 2022) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 2021));
- 2) TITLE-ABS-KEY ("sustainable cit*" AND "smart cit*") AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English")) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE, "j")) AND (EXCLUDE (PUBYEAR, 2022) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 2021));
- 3) TITLE-ABS-KEY ("sustainable cit*" AND "smart cit*" AND environment) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English")) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE, "j")) AND (EXCLUDE (PUBYEAR, 2022) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 2021)).

A escolha do termo "*environment*" (ambiente) nas sentenças 1 e 3, foi feita com base em Ferreira (2019) e nas seis características estabelecidas por Giffinger *et al.* (2007) que definem

uma cidade inteligente. Assim como Ferreira (2019) o termo qualitativo “*Smart*” (inteligente) foi omitido, pois é redundante. Este artigo, seguindo Barrionuevo *et al.* (2012), Lombardi *et al.* (2012), Lyons (2016), Tahir e Malek (2016) e Thuzar (2011), aponta que o ponto de aproximação à sustentabilidade se dá primariamente através dessa característica, embora a sustentabilidade deva perpassar todas as outras. A primeira sentença tem o objetivo de visualizar as pesquisas em cidades inteligentes que de alguma forma envolvem meio ambiente. A segunda, as pesquisas que relacionam os termos *sustainable cities* (cidades sustentáveis) e *smart cities* (cidades inteligentes). Por fim, a terceira sentença busca visualizar a intersecção das anteriores.

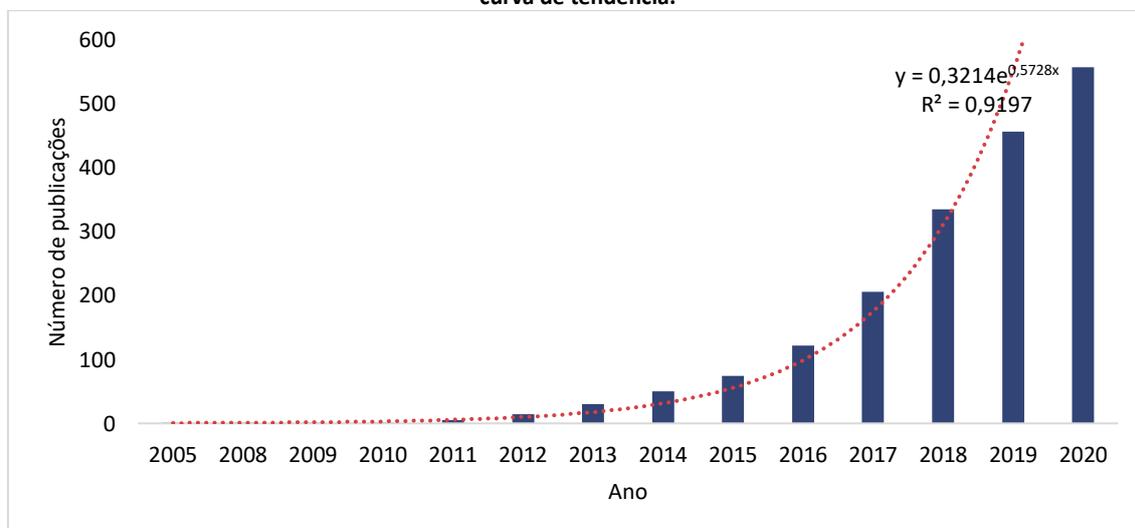
4. RESULTADOS

A busca com os termos “*smart city*” or “*smart cities*” and environment retornou 1853 publicações; já a busca com os termos “*sustainable cit**” and “*smart cit**” retornou 292 publicações; por fim, a terceira busca retornou apenas 73 publicações. A seguir, os resultados são apresentados na seguinte estrutura: (i) evolução histórica; (ii) publicações por país; (iii) mapa de palavras-chave.

4.1 Evolução histórica

Como pode ser visto na Figura 1, as publicações retornadas pela primeira sentença de busca começam a ganhar tração no ano de 2012, com 14 publicações. Em semelhança aos estudos de Machado e Leta (2016) e de Ferreira *et al.* (2017), foi aplicado um modelo de regressão não linear representado pela curva pontilhada, o qual obteve um coeficiente de determinação $R^2 = 0,9197$, mostrando que a produção científica continuará em ascensão.

Figura 1 – Evolução histórica das publicações com os termos “*smart city*” or “*smart cities*” and environment, e curva de tendência.

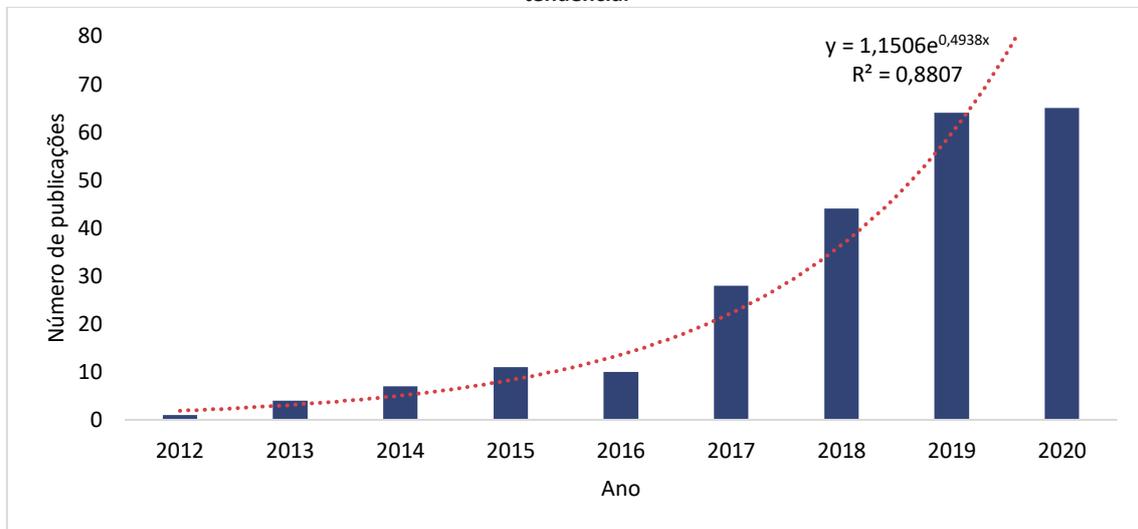


Fonte: elaboração própria, 2021.

O resultado que pode ser observado na Figura 2, representa as publicações referentes a segunda sentença de busca e demonstra uma realidade diferente da anterior. Dentre as 292

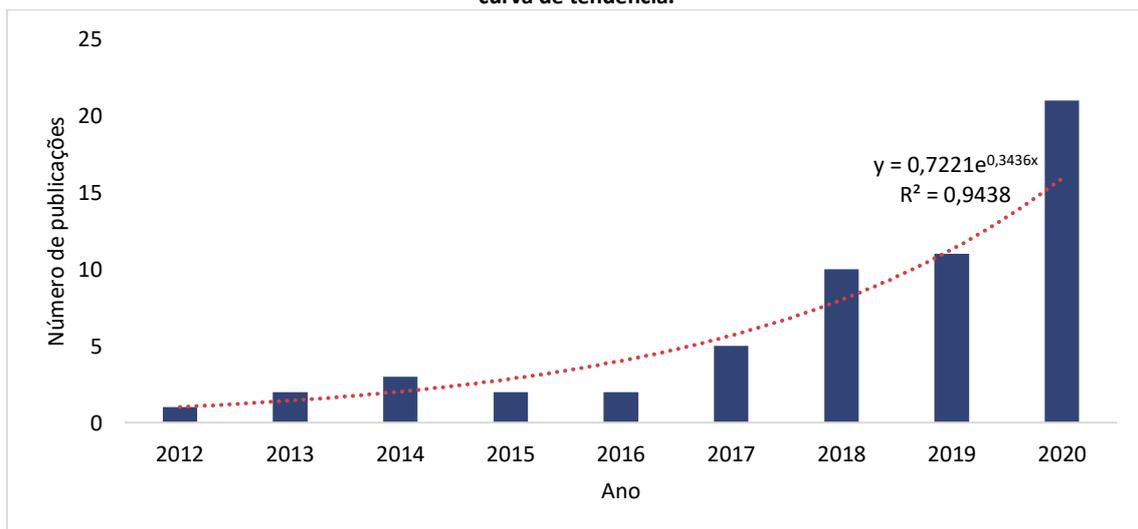
publicações retornadas, os anos de 2017, 2018 e 2019 apresentam uma ascensão significativa, no entanto em 2020, o número de publicações apresenta uma estagnação, colocando em dúvida uma possibilidade de ascensão em 2021 e anos subsequentes. Já a Figura 3, apresenta uma superação significativa da expectativa de publicações no ano de 2020, podendo representar um aumento do interesse de pesquisas relacionando estes termos.

Figura 2 - Evolução histórica das publicações com os termos "sustainable cit*" and "smart cit*" e curva de tendência.



Fonte: elaboração própria, 2021.

Figura 3 - Evolução histórica das publicações com os termos "sustainable cit*" and "smart cit*" and environment e curva de tendência.



Fonte: elaboração própria, 2021.

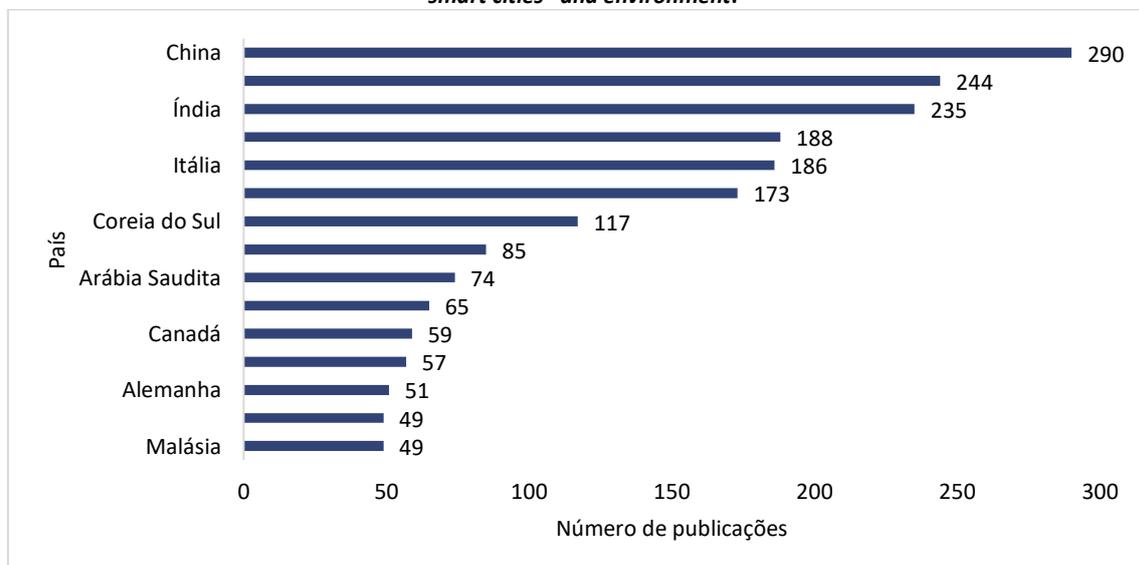
O comportamento das séries históricas demonstra uma peculiaridade, embora ocorra o aumento das publicações na Figura 1, que representa uma busca mais ampla em cidades inteligentes, a Figura 2 apresenta uma estagnação das pesquisas que relacionam cidades inteligentes e sustentáveis, porém a Figura 3 mostra um aumento quando se trata das pesquisas mais específicas relacionado "sustainable cit*" and "smart cit*" and environment. Essa

peculiaridade pode ocorrer pois, como demonstra Ferreira (2019), ocorre uma sobreposição de termos no que diz respeito a *environment*, visto que na literatura esse termo é utilizado tanto para se referir a ambientes virtuais quanto ao meio ambiente. Logo, com base nesses resultados pode-se deduzir um comportamento onde, apesar de existir um aumento da utilização do termo como meio ambiente, e conseqüente interesse por esse aspecto nas cidades inteligentes, há ainda assim uma estagnação nas publicações que relacionam *sustainable* e *smart*. O que pode significar, como defendido por Lyons (2016), o entendimento nas pesquisas em cidades inteligentes de que para uma cidade ser inteligente ela precisa necessariamente ser sustentável, logo afastando a necessidade de utilizar ambos os qualitativos.

4.2 Divisão geográfica das publicações

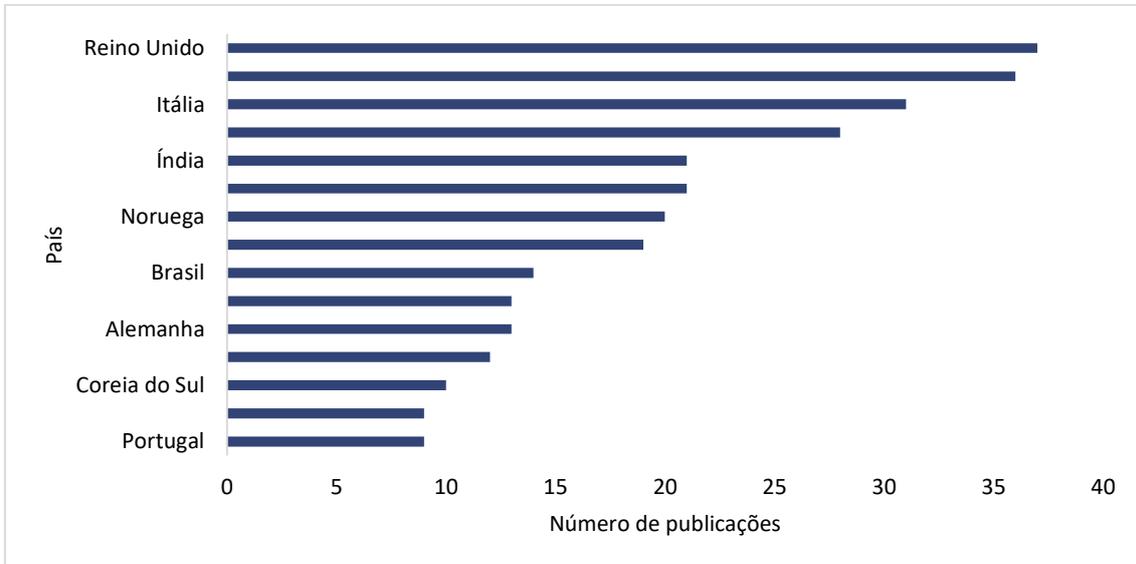
A seguir são apresentados os dados referentes as origens geográficas das publicações. Vale destacar que enquanto a China desponta em primeiro no número de publicações encontradas pelo uso da primeira sentença, como pode ser observado na Figura 4, ela cai para o oitavo e sexto lugar, respectivamente, nos resultados de buscas da segunda e terceira sentenças. Comportamentos similares podem ser observados com os Estados Unidos e Coreia do Sul que apresentam quedas significativas nas sentenças que incorporam o termo "*sustainable cit**". O Reino Unido por outro lado, assume a primeira posição conforme destacado nas Figuras 5 e 6. Do mesmo modo, Espanha, Itália, Países Baixos e Noruega apresentam um melhor desempenho. O Brasil tem seu melhor desempenho em pesquisas que relacionam cidades inteligentes e sustentáveis, ao obter a nona posição, conforme apresentado na Figura 5. No entanto, ocupa a décima quarta posição nas pesquisas de *environment* em cidades inteligentes e apresenta o retorno de apenas um artigo na terceira sentença de busca, deixando-o assim de fora dos países com maior número de publicações.

Figura 4 - Publicações por país indexadas na base de dados Scopus. Palavras-chave da busca: "*smart city*" or "*smart cities*" and *environment*.



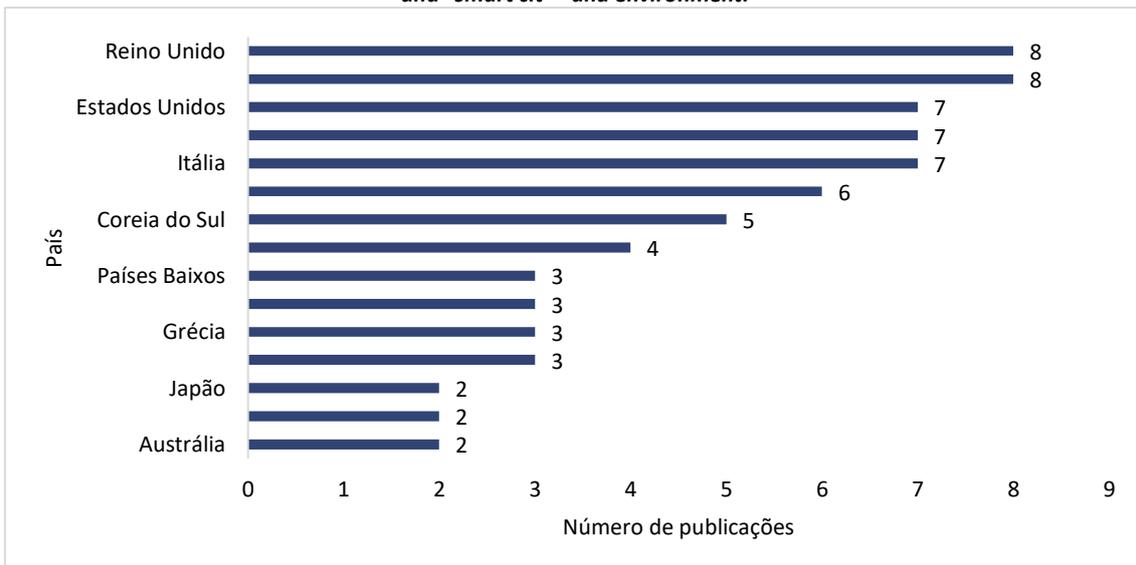
Fonte: elaboração própria, 2021.

Figura 5 - Publicações por país indexadas na base de dados Scopus. Palavras-chave da busca: "sustainable cit*" and "smart cit*"



Fonte: elaboração própria, 2021.

Figura 6 - Publicações por país indexadas na base de dados Scopus. Palavras-chave da busca: "sustainable cit*" and "smart cit*" and environment.



Fonte: elaboração própria, 2021.

As diferenças de desempenho dos países podem indicar a prevalência de um foco de pesquisa sobre o outro. Os países que se saíram melhor na sentença que exclui o termo "sustainable citi*", podem ter pesquisas que se atenam não apenas às cidades inteligentes como um todo, mas também aos aspectos técnicos e tecnológicos, com baixa influência de preocupações quanto a sustentabilidade. Essa suposição pode ser defendida no caso específico dos Estado Unidos, onde agendas tecno-políticas e interesses corporativos promoveram

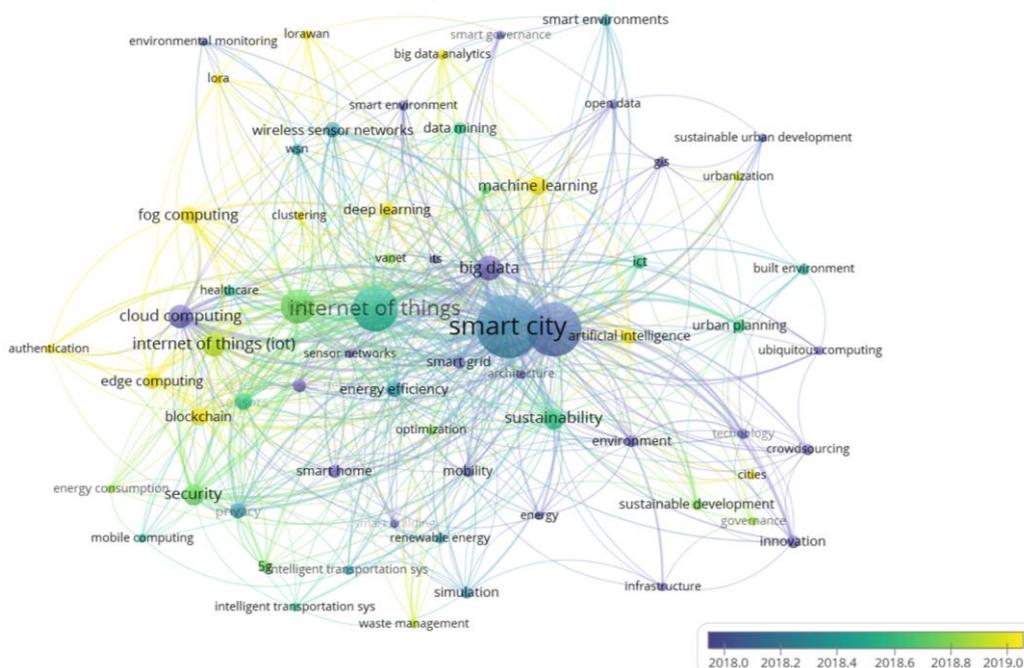
pesquisas mais técnicas, com pouco ou nenhum espaço para considerações sobre consequências socioeconômicas e políticas (FERREIRA, 2019; WIIG, 2015a, 2015b).

4.3 Análise das palavras-chave

A seguir são apresentadas as redes de palavras-chave obtidas em cada uma das três buscas por ano de publicação. A ocorrência mínima de palavras-chave – respectivamente, 10, 3 e 1 - foi ajustada para otimizar a visualização em cada rede. Na Figura 7, pode-se observar a nuvem de palavras obtidas pelas buscas realizadas com a primeira sentença, e vale destacar que com exceção de “*Waste management*” (Gestão de Resíduos), todas as outras palavras-chave mais recentes, tem uma conexão que se aproxima mais de ambiente virtual do que de meio ambiente. Essa realidade muda na Figura 8, onde vemos uma incidência maior de palavras-chave com conexão mais forte a questões ambientais, sociais, econômicas e políticas.

Quanto a Figura 9, algumas considerações podem ser realizadas nas linhas do que apontam Bibri e Krogstie (2017a, 2017b) e Lyons (2016): (i) as conexões ainda são poucas, abrindo possibilidades de pesquisa; (ii) o maior volume das pesquisas recentes orbitam em torno de cidades inteligentes e sustentabilidade; (iii) existe um cluster à parte, cujo ponto de conexão é a cidade de Barcelona, esse cluster tem como palavra-chave central “*Smart sustainable cities*” (Cidades sustentáveis inteligentes); (iv) as palavras-chave das pesquisas mais recentes, referentes aos anos de 2019 e 2020, mostram uma tentativa crescente de aproximar tecnologias típicas de cidades inteligentes a questões relacionadas ao meio ambiente e a sustentabilidade; e (v) mesmo que haja a tendência de incorporação do termo “*sustainable*” pelo “*smart*”, esse movimento ainda precisa ser realizado nas pesquisas.

Figura 7 - Visualização da rede das palavras-chave. Palavras-chave da busca: “*smart city*” or “*smart cities*” and *environment*, imagem gerada no software VOSViewer.



Fonte: elaboração própria, 2021.

5. CONCLUSÕES

Este estudo buscou apresentar possíveis conexões e oportunidades de pesquisas, bem como tendências e principais referências sobre a interseção dos temas cidades inteligentes e sustentáveis. Nesse sentido, através da visualização de dados bibliométricos, foi possível demonstrar o caráter ainda incipiente das pesquisas que adereçam a necessária aproximação entre os temas, embora já existam avanços teóricos. Apenas em 2019 pesquisas que buscam preencher esse distanciamento começam a ganhar tração.

Entre os resultados encontrados, os países que mais se destacam em número de publicações são a China, os Estados Unidos, a Coreia do Sul e o Reino Unido, sendo que o último tem maior destaque na intersecção entre sustentabilidade e inteligência, assim como a Itália, Espanha, Países Baixos e Noruega. O Brasil, no entanto, apesar de estar presente em duas das três listas com os quinze países que mais publicam, não tem uma posição de destaque. Em relação às palavras-chave, um ponto importante é que o termo *environment* pode significar, na literatura, tanto um ambiente virtual como o meio ambiente, isso pode ser observado pelas nuvens de palavras-chave bem como pela literatura.

É indispensável a conexão das pesquisas de cidades sustentáveis com as de cidades inteligentes, pois essa intersecção representa um ponto crítico na discussão quanto ao planejamento, implantação, uso e gerenciamento das tecnologias de cidades inteligentes. Os estudos em sustentabilidade devem servir não apenas de complemento, mas de norte aos de inteligência, assim como não podem desconsiderar as possibilidades, desafios e novos paradigmas políticos e tecnológicos gerados pelos ambientes urbanos inteligentes. É preciso um esforço de pesquisadores de ambos os campos para melhor enfrentar os desafios postos pelos ambientes urbanos, bem como para desenvolver estratégias, sistemas e estruturas de resistência à uma lógica predatória de produção material e virtual da cidade.

Agradecimentos

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

REFERÊNCIAS

ANTHOPOULOS, L. Smart utopia VS smart reality: Learning by experience from 10 smart city cases. *Cities*, v. 63, p. 128-148, 2017.

BARRIONUEVO, J. M.; BERRONE, P.; RICART, J. E. Smart cities, sustainable progress. *Iese Insight*, v. 14, n. 14, p. 50-57, 2012.

BIBRI, S. E.; KROGSTIE, J. On the social shaping dimensions of smart sustainable cities: A study in science, technology, and society. *Sustainable Cities and Society*, v. 29, p. 219-246, 2017a.

BIBRI, S. E.; KROGSTIE, J. Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. *Sustainable cities and society*, v. 31, p. 183-212, 2017b.

CLARK, B.; FOSTER, J. B. Ecological imperialism and the global metabolic rift: Unequal exchange and the guano/nitrates trade. *International Journal of Comparative Sociology*, v. 50, n. 3-4, p. 311-334, 2009.

CROSBY, A. W. **Ecological imperialism: the biological expansion of Europe, 900-1900**. Cambridge University Press, 2004.

ELSEVIER. SCOPUS. Editora Elsevier, 2021. Disponível em: <<https://www.scopus.com/home>>. Acesso em: 05 ago. 2021.

FERREIRA, V. G. F. O estado da arte nas pesquisas internacionais de governança em cidades inteligentes (Dissertação de mestrado). Departamento de Engenharia Civil, UFSCar, São Carlos. 2019.

FERREIRA, V. G. F.; BORCHERS, T.; FERNANDES, R. A. S. Smart City Technologies implemented in public transport in a post-COVID-19 pandemic scenario. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 17, n. 1, 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.

FOSTER, J. B.; CLARK, B. Ecological imperialism: The curse of capitalism. **Socialist register**, v. 40, 2004.

FRAME, M. L. The neoliberalization of (African) nature as the current phase of ecological imperialism. **Capitalism Nature Socialism**, v. 27, n. 1, p. 87-105, 2016.

GIFFINGER, R.; FERTNER, C.; KRAMAR, H.; KALASEK, R.; PICHLER-MILANOVIĆ, N.; MEIJERS, E. City-ranking of European medium-sized cities. **Cent. Reg. Sci. Vienna UT**, p. 1-12, 2007.

GÓMEZ, M. C. A.; GOÑI, J. O. Análisis bibliométrico y de contenido. Dos metodologías complementarias para el análisis de la revista colombiana Educación y Cultura. **Revista de Investigaciones UCM**, v. 14, n. 23, p. 14-31, 2016.

GOODSPEED, Robert. Smart cities: moving beyond urban cybernetics to tackle wicked problems. **Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**, v. 8, n. 1, p. 79-92, 2015.

GROSSI, G.; PIANEZZI, D. Smart cities: Utopia or neoliberal ideology?. **Cities**, v. 69, p. 79-85, 2017.

HOLLANDS, R. G. Critical interventions into the corporate smart city. **Cambridge journal of regions, economy and society**, v. 8, n. 1, p. 61-77, 2015.

LOMBARDI, P.; GIORDANO, S.; FAROUH, H.; YOUSEF, W. Modelling the smart city performance. **Innovation: The European Journal of Social Science Research**, v. 25, n. 2, p. 137-149, 2012.

LUQUE-AYALA, A.; MARVIN, S. Developing a critical understanding of smart urbanism. In: **Handbook of Urban Geography**. Edward Elgar Publishing, 2019.

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.

MACHADO, R. N.; LETA, J. Crescimento, autores e temáticas da produção na área de células-tronco: o caso dos BRICS. In: Anais do XVII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, p. 1-15. 2017.

QINGZHI, H. Criticism of the Logic of the Ecological Imperialism of “Carbon Politics” and Its Transcendence. **Social Sciences in China**, v. 38, n. 2, p. 76-94, 2017.

SAITO, K. **O ecossocialismo de Karl Marx: Capitalismo, Natureza e a crítica inacabada à economia política**. São Paulo: Boitempo Editorial. 2021.

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.

TAHIR, Z.; MALEK, J. A. Main criteria in the development of smart cities determined using analytical method. **Planning Malaysia**, v. 14, n. 5, 2016.

THUZAR, M. Urbanization in Southeast Asia: developing smart cities for the future?. In: **Regional Outlook**. ISEAS Publishing, 2011. p. 96-100.

TOMLINSON, B. R. Empire of the Dandelion: Ecological imperialism and economic expansion, 1860–1914. **The Journal of Imperial and Commonwealth History**, v. 26, n. 2, p. 84-99, 1998.

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.

WIIG, A. IBM's smart city as techno-utopian policy mobility. **City**, v. 19, n. 2-3, p. 258-273, 2015a.

WIIG, Alan. The empty rhetoric of the smart city: from digital inclusion to economic promotion in Philadelphia. **Urban geography**, v. 37, n. 4, p. 535-553, 2015b.