

ESTADO DA ARTE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA INTERNACIONAL SOBRE ECOSISTEMAS DE INOVAÇÃO E CIDADES SUSTENTÁVEIS

MONIQUE ISABELLE DE SOUSA NASCIMENTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

HENRIQUE PEREIRA DA SILVA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

SANDRA MARIA DOS SANTOS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

AUGUSTO CÉZAR DE AQUINO CABRAL

ESTADO DA ARTE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA INTERNACIONAL SOBRE ECOSISTEMAS DE INOVAÇÃO E CIDADES SUSTENTÁVEIS

1 INTRODUÇÃO

O conceito de ecossistema surgiu como uma temática promissora na literatura sobre inovação, estratégia e empreendedorismo (GOMES *et al.*, 2018). No ambiente gerencial, um ecossistema está relacionado a uma rede de organizações interconectadas que estão vinculadas ou funcionam em torno de uma organização ou plataforma de tecnologia e que produzem bens e serviços relevantes (AUTIO; THOMAS, 2014; SENYO; LIU; EFFAH, 2019). Com isso, os ecossistemas de inovação são compostos por conhecimento, criação, compartilhamento e troca, podendo não resultar em produtos tangíveis. Sua estrutura é composta por *stakeholders* que precisam se inter-relacionar para que possam desenvolver uma proposta de valor, a partir de uma visão holística desse ambiente e a interação com a sustentabilidade sob os aspectos econômicos, ambientais e sociais (ADNER, 2017).

Os ecossistemas de inovação assumem um papel relevante no contexto das cidades quando os esforços e o foco central do meio urbano passa a ser equilibrar o avanço das áreas urbanas e a proteção ambiental, visando o desenvolvimento de renda, emprego, serviços básicos, moradia, infraestrutura social e transporte, tendo em vista o progresso econômico, ambiental e social (HIREMATH *et al.*, 2013). Nessa perspectiva, as políticas urbanas buscam integrar as questões de sustentabilidade, indivíduos conectados e comunidade inteligente com o desenvolvimento urbano (ZYGARIS, 2013; SUSENO; STANDING, 2017).

O caminho em direção a cidade sustentável passa pelo conceito de cidade inovadora, a qual refere-se ao avanço científico e tecnológico, inovação própria e cultura inovadora com a implementação de parques tecnológicos e plataformas de inovação (LI *et al.*, 2018). Tais iniciativas aliadas ao gerenciamento de transporte, tratamento de resíduos e serviços públicos de qualidade visam assegurar o futuro sustentável de uma cidade. Dessa maneira, as cidades sustentáveis estão surgindo mediante uma visão holística das cidades inteligentes em direção à sustentabilidade, onde a infraestrutura da cidade com redes de banda larga, sensores e redes inteligentes podem levar ao impacto ambiental (ZYGARIS, 2013).

Em termos teóricos, esta pesquisa visa contribuir com a literatura sobre o tema ecossistemas de inovação e cidades sustentáveis, tendo em vista que estudos bibliométricos e cientométricos recentes estudaram as duas abordagens separadamente. Os estudos que abordam as temáticas do trabalho são “*A bibliometric review on innovation systems and ecosystems: a research agenda*” dos autores Suominen, Seppänen e Dedehayir (2019) e “*From digital to sustainable: a scientometric review of smart city literature between 1990 and 2019*”, de autoria de Zheng *et al.*, (2020). Em termos práticos, este estudo traz reflexões sobre as recentes mudanças da vida em sociedade, especialmente no âmbito do desenvolvimento das áreas urbanas, aliando essas transformações à busca pela flexibilidade e adaptabilidade por meio de soluções inteligentes e sustentáveis.

Assim, a questão de pesquisa deste estudo constitui-se no seguinte questionamento: qual o estado da arte da produção científica internacional sobre ecossistemas de inovação e cidades sustentáveis? O objetivo deste estudo é investigar o estado da arte da produção científica internacional sobre ecossistemas de inovação e cidades sustentáveis. Para se atingir o objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: i) analisar o perfil de autoria e as fontes de publicação; ii) verificar as principais perspectivas teóricas dos estudos; iii) identificar os fatores de inovação mais recorrentes nos estudos; e iv) identificar os tipos de arranjos colaborativos mais recorrentes nas publicações.

Dessa maneira, foi realizado um estudo bibliométrico de natureza quantitativa e de abordagem descritiva e exploratória, utilizando-se como fontes de dados as bases da Scopus e

da Web of Science (WoS). O estudo compreende a produção científica internacional do período de 2010 e 2019. Os seguintes termos foram buscados de forma combinada nas bases de dados: “innovation ecosystem”, “innovation system”, “green city”, “sustainable city”, “urban sustainability”, “sustainable urbanisation” e “eco city”. Com a aplicação dos critérios de seleção dos artigos, conforme especificado na seção de metodologia deste trabalho, inicialmente foram elencados 75 artigos. Após a leitura dos artigos, 61 artigos foram excluídos da análise por não se adequarem conceitualmente ao foco do estudo e 14 artigos foram analisados e compõem a mostra do presente estudo.

Diante do exposto, este estudo está estruturado da seguinte forma: na segunda seção é apresentado o referencial teórico onde é abordado sobre os temas ecossistemas de inovação e cidades sustentáveis. A terceira seção compreende a metodologia empregada nesta pesquisa, a quarta seção constitui a análise dos resultados e a quinta seção é dedicada a conclusão, onde são apresentadas as limitações, sugestões de pesquisas futuras e as contribuições deste estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta o referencial teórico relacionado aos temas ecossistemas de inovação e cidades sustentáveis.

2.1 Ecossistemas de inovação

Os ecossistemas de inovação surgiram com as transformações organizacionais no ambiente de negócios e nas economias baseadas em conhecimento. Sua estrutura é formada por atividades interativas e de colaboração entre parceiros em rede, com diferentes escalas, configurações e perfis, apresentando características peculiares de sistemas com crescimento proveniente de inovação (MACGREGOR; CARLETON, 2012; BRAMWELL; HEPBURN; WOLFE, 2012). Nessa perspectiva, o conceito de inovação está relacionado ao desenvolvimento e compartilhamento de conhecimento no cenário das organizações, mediante a transformação de ideias em soluções que produzem valor para o cliente (LIU; STEPHENS, 2019; KUMARAPELI; RATNAYAKE; JAYAWARDENA, 2019).

Os ecossistemas de inovação são definidos como redes colaborativas que visam a co-criação de valor entre seus atores, que interagem entre si e trocam valores (BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020). Também podem ser entendidos como o modelo de desenvolvimento de interações entre atores em rede, considerando a disposição de suas atividades inovadoras e a relação com o ambiente operacional (KELLY, 2015). As redes de negócios são ágeis, em comparação com redes tradicionais, e possuem estruturas integradas e pautadas essencialmente na comunicação social e nos arranjos das relações interpessoais (POWELL; GRODAL, 2005; RUSSELL; SMORODINSKAY, 2018).

Dessa forma, os ecossistemas de inovação surgem na ocasião em que os atores alcançam um nível de integração que resulta em identidades semelhantes, estratégias compartilhadas e metas conjuntas (RUSSELL; SMORODINSKAY, 2018). Esses atores possuem experiências, crenças e atributos diferenciados que contribuem para o fornecimento de produtos e serviços inovadores (TSUJIMOTO *et al.*, 2018). Eles podem ser associação de negócios, universidades, centros de pesquisa, empresas, fornecedores, clientes e governo (BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020). Buscam colaborar entre si por meio de pesquisa e desenvolvimento, apoio à políticas e incremento de tecnologias, em conformidade com as três dimensões da tripla hélice da inovação: universidades, governo e indústria (FRANK *et al.*, 2018; JACKSON *et al.*, 2018).

No contexto dos ecossistemas de inovação, há de se considerar a relevância da criação e implementação de ecossistemas regionais de inovação, tendo em vista favorecer o progresso tecnológico nos países, a partir de sua operacionalização eficiente. Os ecossistemas regionais de inovação diferem dos ecossistemas de inovação por pertencer a um determinado espaço geográfico (CAI; HUANG, 2018). Estes apresentam aspectos relacionados à adaptabilidade

dinâmica, características regionais típicas e diversificadas, equilíbrio de suas funcionalidades e um sistema de gerenciamento coordenado (LIU; RONG, 2015), além da interconectividade entre atores e dependências recíprocas entre partes distintas do sistema (HARMAAKORPI; RINKINEN, 2020).

Nessa conjuntura, as cidades buscam cada vez mais priorizar seus ecossistemas de inovação urbana, perpassando o caráter urbano tradicional para uma visão baseada na inovação, buscando atender a sustentabilidade sob os aspectos econômico, ambiental e social (ZYGARIS, 2013; MELANE-LAVADO; ALVÁREZ-HERRANZ, 2018). Essas estratégias contemporâneas de inovação urbana conduzem ao conceito de cidades inteligentes, incentivado principalmente pelos avanços na área tecnológica que permitiram o uso de soluções de computação e móveis, infraestrutura tecnológica e desenvolvimento de sensores a baixo custo (SALIM; HAQUE, 2015). Contudo, no ambiente das cidades inteligentes têm sido implementado estratégias que visam alcançar um desenvolvimento mais voltado à sustentabilidade em ambientes urbanos, orientado à eclosão das cidades sustentáveis (ALAWADHI *et al.*, 2012).

2.2 Cidades sustentáveis

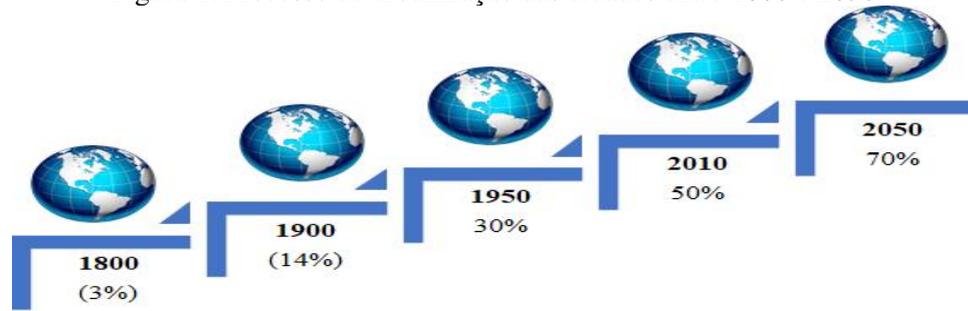
O conceito de cidade sustentável surgiu nos EUA no final da década de 1980, a partir do trabalho desenvolvido pela Comissão Mundial das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Segundo a Comissão, as cidades desempenham um papel fundamental no desenvolvimento sustentável (PORTNEY; BERRY, 2010). No contexto vigente da época, os estudiosos que constituíram a respectiva Comissão debateram o conceito e a aplicabilidade da sustentabilidade no âmbito de difusão das grandes cidades, e questionaram de que forma as mesmas poderiam se desenvolver sem comprometer o meio ambiente, e de que forma é possível alcançar o desenvolvimento econômico visando também a sustentabilidade (FITZGERALD, 2010).

O expansionismo dos grandes centros urbanos relaciona-se com os desafios provenientes da sustentabilidade global, especificamente nas regiões em que o processo de urbanização emerge, ou até mesmo nos centros urbanos em que as transformações estruturais se manifestam de forma mais contínua (GOSPODINI, 2020). Nesse contexto, o fluxo de pessoas que vivem em centros urbanos já representa mais da metade da humanidade (UNITED NATIONS, 2009; SATTERTHWAITTE, 2011). A Europa, a América e a Oceania são as regiões mais urbanizadas do mundo e apresentam um percentual de 70% de pessoas que vivem em grandes centros urbanos, e a sustentabilidade se configura como um dos maiores desafios desses continentes (KESKINEN; SOJAMO; VARIS, 2019).

De acordo com o relatório da ONU (2014), o mundo vem enfrentando um processo de urbanização desde 1800 e vem se intensificando cada vez mais com o passar dos anos. Até o ano de 1900, 14% da população mundial vivia em centros urbanos. Esse percentual chegou a 30% na década de 1950 e em 2010 a metade da população mundial já ocupava os centros urbanos. Ainda de acordo com a ONU, existe uma projeção que revela uma tendência de que até o ano de 2050, 70% da população mundial será urbana, conforme apresentado na figura 1.

O aceleramento do processo de urbanização impacta diretamente na sustentabilidade das cidades, pois tais circunstâncias agravam ainda mais os diversos problemas que permeiam o contexto urbano, como o aumento da pobreza, desigualdade social, poluição (da água, do solo, da atmosfera), comprometimento dos recursos naturais, entre diversos outros (IBRAHIM; ADAMS; EL-ZAART, 2015).

Figura 1. Processo de urbanização das cidades entre 1800 e 2050



Fonte: Adaptado de ONU (2014).

O processo de urbanização compreende também uma série de grandes desafios para as cidades do mundo todo, principalmente para aquelas em que há grande concentração de pessoas. Entre os diversos problemas e desafios dos grandes centros urbanos, destaca-se: infraestrutura, habitação, transporte público, acesso a serviços de qualidade, água potável, segurança alimentar, qualidade ambiental, entre outros (ANTUÑA-ROZADO; GARCÍA-NAVARRO; HUOVILA, 2019). De acordo com a Nova Agenda Urbana da Organização das Nações Unidas - ONU, adotada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável (2017, p.3) “[...] até 2050, espera-se que a população urbana quase duplique, fazendo da urbanização uma das tendências mais transformadoras do século XXI”.

Visando a implantação de medidas de enfrentamento aos problemas provenientes do processo de urbanização, a Nova Agenda Urbana da ONU destacou uma série de medidas fundamentais para o desenvolvimento urbano sustentável, como o comprometimento com a prestação de serviços básicos a todos os cidadãos, garantia de acesso igualitário às oportunidades, promoção de medidas que mantenham as cidades limpas, fortalecimento da resiliência das cidades para reduzir o risco e o impacto de desastres, adoção de medidas que lidem com as mudanças climáticas, redução de emissão de gases de efeito estufa, melhoria na conectividade e apoio às iniciativas inovadoras e ecológicas e a promoção de espaços públicos seguros, acessíveis e verdes (ONU, 2017).

O crescimento constante e desenfreado dos grandes centros urbanos fez com que as cidades se constituíssem como mecanismos centrais para o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, o desenvolvimento urbano sustentável consiste no processo de modernização e urbanização, considerando a perspectiva de valorização das demandas urbanas contemporâneas e o desenvolvimento futuro, somados a preservação ambiental, de modo a subsidiar as condições necessárias para que a sustentabilidade se solidifique no âmbito das grandes cidades (YANG, 2019).

Com o processo de urbanização se tornando algo cada vez mais frequente e inevitável no mundo todo, surgem novas necessidades e esforços necessários para lidar com a urbanização excessiva e todas as suas implicações, como o aumento populacional, o consumo de energia, o gerenciamento dos recursos, a poluição, entre diversos outros problemas e desafios inerentes ao contexto urbano (MARZOUK; OTHMAN, 2020). Em vista disso, diversos governos ao redor do mundo passaram a desenvolver planejamentos para que os grandes centros urbanos se tornassem não apenas cidades inteligentes, mas, sobretudo, cidades sustentáveis (LEE; HANCOCK; HU, 2014).

Apesar de se demonstrar cada vez mais frequente, o desenvolvimento urbano, desde que bem gerenciado e pautado na compreensão das necessidades a longo prazo da população que integra esse contexto, pode constituir as bases necessárias para a maximização dos seus benefícios, considerando o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida no âmbito dos

ecossistemas sociais complexos que constituem as cidades e as grandes áreas urbanas (JOSHI *et al.*, 2016).

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa é de natureza quantitativa, pois se baseia no uso de investigação estatística para o desenvolvimento de conhecimento, tendo em vista a existência de fenômenos que apresentam certo grau de incerteza em relação à sua ocorrência (CRESWELL, 2007; COLLIS; HUSSEY, 2005). Quanto aos objetivos, a pesquisa é considerada descritiva, com a identificação, interpretação e análise das especificidades encontradas nos estudos, estabelecendo a associação dessas diferentes descobertas (MARCONI; LAKATOS, 2017; COOPER; SCHINDLER, 2011) e exploratória, por servir como base para outras investigações científicas mais aprofundadas (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007).

Quanto aos meios, o estudo é de caráter bibliométrico, o qual configura-se como um método quantitativo que visa identificar o padrão de publicação e alcançar uma concepção dinâmica do avanço do conhecimento em pontos de análise (THANUSKODI, 2010), aplicada por meio de pesquisa documental, pois toma como fonte primária de coleta de dados os documentos das bases de dados da Scopus e da Web of Science (MARCONI; LAKATOS, 2017).

Para tanto, utilizou-se como base três leis da bibliometria, a saber: lei de Lotka, lei de Bradford e lei de Zipf. A lei de Lotka permite identificar os autores mais relevantes em termos de publicações, pois ela trata da probabilidade relacionada ao número de autores em função da quantidade de artigos publicados. Com a lei de Bradford, por outro lado, foi possível identificar os principais periódicos em determinadas áreas, uma vez que essa lei presume que a produtividade dos principais artigos dos autores se centraliza em um pequeno número de periódicos (VITANOV; AUSLOOS, 2012). Já a lei de Zipf versa sobre a frequência ou probabilidade de ocorrência de palavras em um texto e sua classificação, tornando-se relevante sua aplicação nesta pesquisa (GINEBREDA *et al.*, 2012).

Os dados para o estudo foram reunidos por pesquisas nas bases de dados da Scopus e da Web of Science (WoS). A escolha por essas bases de dados se deu por elas reunir boa parte dos artigos publicados internacionalmente. Para o estudo, foi considerada a produção científica internacional do período de 2010 a 2019. Os termos buscados nas bases de dados foram: “innovation ecosystem”, “innovation system”, “green city”, “sustainable city”, “urban sustainability”, “sustainable urbanisation” e “eco city”, pesquisados de forma combinada.

Foram utilizados como filtros de pesquisa nas bases de dados os artigos que apresentam em seu título, resumo ou palavras-chave os termos sobre a temática ecossistemas de inovação e cidades sustentáveis, bem como foram incluídos para a pesquisa apenas os documentos classificados como artigos e publicados em revistas. Na base de dados da Scopus foram considerados os artigos das áreas de ciências sociais; negócios, gestão e contabilidade; e economia, econometria e finanças. Já na base da Web of Science, considerou-se os artigos das áreas de gestão e planejamento urbano regional.

Salienta-se que, como a pesquisa foi realizada em duas bases de dados diferentes, observou-se que alguns artigos apareciam em mais de uma base de pesquisa, de modo que foram eliminados os artigos que foram encontrados anteriormente, evitando-se assim duplicidade de documentos. Neste procedimento inicial, foram elencados 75 artigos. Após a leitura dos trabalhos, 61 artigos foram excluídos da análise por não se adequarem conceitualmente ao foco do estudo e 14 artigos foram analisados e compõem a mostra do presente estudo, conforme o quadro 1.

Quadro 1. Amostra da pesquisa

Autores/ano	Título	Base de dados
Cooke, (2010)	Socio-technical transitions and varieties of capitalism: green regional innovation and distinctive market niches.	Scopus
Cooke, (2010)	Regional innovation systems: development opportunities from the 'green turn'.	Scopus
Çetindamar e Günsel, (2012)	Measuring the creativity of a city: a proposal and an application.	Web of Science
Zygiaris, (2013)	Smart city reference model: assisting planners to conceptualize the building of smart city innovation ecosystems.	Scopus
Suseno e Standing, (2017)	The systems perspective of national innovation ecosystems.	Scopus
Pierce, Ricciardi e Zardini, (2017)	Smart cities as organizational fields: a framework for mapping sustainability-enabling configurations.	Scopus
Bakker <i>et al.</i> , (2018)	Hot or not? the role of cycling in ASEAN megacities: case studies of Bangkok and Manila.	Scopus
Li <i>et al.</i> , (2018)	An evaluation of the impact of environmental regulation on the efficiency of technology innovation using the combined DEA model: a case study of Xi'an, China.	Scopus
Wong <i>et al.</i> , (2018)	Knowledge structures of city innovation systems: Singapore and Hong Kong.	Scopus
Bichai, Grindle e Murthy, (2018)	Addressing barriers in the water-recycling innovation system to reach water security in arid countries.	Scopus
Sotarauta e Suvinen, (2019)	Place leadership and the challenge of transformation: policy platforms and innovation ecosystems in promotion of green growth.	Web of Science
Ardito <i>et al.</i> , (2019)	The role of universities in the knowledge management of smart city projects.	Scopus
van Welie, Truffer e Yap, (2019)	Towards sustainable urban basic services in low-income countries: a technological innovation system analysis of sanitation value chains in Nairobi.	Web of Science
Sepasgozara <i>et al.</i> , (2019)	Implementing citizen centric technology in developing smart cities: a model for predicting the acceptance of urban technologies.	Scopus

Fonte: Elaborado pelos autores, (2020).

Conforme o quadro 1, a amostra da pesquisa é composta por 11 artigos da base de dados da Scopus e 03 artigos da base de dados da Web of Science, constituindo uma amostra de 14 artigos. Os artigos analisados foram publicados no período de 2010 a 2019 e apresentam alguns intervalos de anos em relação às publicações.

Os dados coletados na base de dados da Scopus e da Web of Science foram tabulados por meio de planilhas no *software* Microsoft Excel versão 2019. Os dados quantitativos foram analisados por meio de estatísticas descritivas e os dados qualitativos foram analisados com o auxílio do *software* Iramuteq por meio da criação da nuvem de palavras relacionadas às temáticas mais recorrentes nos estudos, como também fez-se uso da técnica de análise de conteúdo em conformidade com os objetivos propostos nesse artigo. Foi adotado como referência a análise de conteúdo na perspectiva de Bardin (2011), por meio da aplicação de três

fases: a primeira fase é a pré-análise e consiste na organização e escolha do material à ser analisado; a segunda fase compreende a análise do material com a descrição das características, classificação e categorização das informações; e a terceira etapa envolve o tratamento dos resultados, inferência e interpretação das informações.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção é apresentado a discussão dos resultados, em observância aos objetivos geral e específicos estabelecidos para este estudo e que constituem as categorias de análise.

4.1 Perfil de autoria e as fontes de publicação dos estudos

Referente ao perfil de autoria dos estudos, foram analisados os 14 trabalhos que compõem a amostra desta pesquisa. A tabela 1 aborda os principais autores, afiliações e os países aos quais os autores pertencem.

Tabela 1. Principais autores, afiliações e países

Principais autores	Qtd artigos	Afiliações	Países
Philip Cooke	2	Cardiff University	País de Gales
Dilek Çetindamar	1	Sabancı University	Turquia
Sotiris Zygiaris	1	Aristotle University of Thessaloniki	Grécia
Yuliani Suseno	1	Edith Cowan University	Austrália
Paul Pierce	1	Lund University	Suécia
Stefan Bakker	1	University of Twente	Países Baixos
Hui Li	1	Chang'an University	China
Chan-Yuan Wong	1	University of Malaya	Malásia
Françoise Bichai	1	Harvard University	EUA
Markku Sotarauta	1	Tampere University	Finlândia
Lorenzo Ardito	1	University of Rome	Roma
Mara J. van Welie	1	Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology	Suíça
Samad M. E. Sepasgozara	1	UNSW Sydney	Austrália
Total	14	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

De acordo com a tabela 1, é possível aferir que os 13 autores principais são afiliados à 13 universidades distintas, situadas em 12 países diferentes. Observa-se que apenas o autor Philip Cooke, da Cardiff University, no País de Gales, possui mais de uma publicação em relação aos trabalhos analisados. Além do País de Gales, a Austrália se destaca no que diz respeito a quantidade de artigos por países, apresentando também dois artigos publicados, os quais são de autoria de Yuliani Suseno, da Edith Cowan University; e de Samad M. E. Sepasgozara, da UNSW Sydney. Os autores pertencem a quatro continentes distintos, com maior predominância do Continente Europeu, que inclui os países Grécia, Suécia, Países Baixos, Finlândia, Roma e Suíça; seguido pelo Continente Asiático, o qual pertence os países China e Malásia; Continente Americano, pois abrange País de Gales e EUA; Continente Oceânico, onde se situa a Austrália; e Leste Europeu e Oeste Asiático na qual se insere a Turquia.

Tabela 2. Obras de maior impacto

Autores/ano	Título	Periódico	Qtd de citações
Zygiares, (2013)	Smart city reference model: assisting planners to conceptualize the building of smart city innovation ecosystems.	Journal of the Knowledge Economy	216
Cooke, (2010)	Regional innovation systems: development opportunities from the ‘green turn’.	Technology Analysis & Strategic Management	53
Sepasgozara <i>et al.</i> , (2019)	Implementing citizen centric technology in developing smart cities: a model for predicting the acceptance of urban technologies.	Technological Forecasting & Social Change	28
Li <i>et al.</i> , (2018)	An evaluation of the impact of environmental regulation on the efficiency of technology innovation using the combined DEA model: a case study of Xi’an, China.	Sustainable Cities and Society	24
Ardito <i>et al.</i> , (2019)	The role of universities in the knowledge management of smart city projects.	Technological Forecasting & Social Change	24
Pierce, Ricciardi e Zardini, (2017)	Smart cities as organizational fields: a framework for mapping sustainability-enabling configurations.	Sustainability	19
Çetindamar e Günsel, (2012)	Measuring the creativity of a city: a proposal and an application.	European Planning Studies	18
Bichai, Grindle e Murthy, (2018)	Addressing barriers in the water-recycling innovation system to reach water security in arid countries.	Journal of Cleaner Production	13
Cooke, (2010)	Socio-technical transitions and varieties of capitalism: green regional innovation and distinctive market niches.	Journal of the Knowledge Economy	11
Wong <i>et al.</i> , (2018)	Knowledge structures of city innovation systems: Singapore and Hong Kong.	Journal of Urban Technology	06
Suseno e Standing, (2017)	The systems perspective of national innovation ecosystems.	Systems Research and Behavioral Science	04
van Welie <i>et al.</i> , (2019)	Towards sustainable urban basic services in low-income countries: a technological innovation system analysis of sanitation value chains in Nairobi.	Environmental Innovation and Societal Transitions	03
Bakker <i>et al.</i> , (2018)	Hot or not? the role of cycling in ASEAN megacities: case studies of Bangkok and Manila.	International Journal of Sustainable Transportation	01
Sotarauta e Suvinen, (2019)	Place leadership and the challenge of transformation: policy platforms and innovation ecosystems in promotion of green growth.	European Planning Studies	0
Total	-	-	420

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Conforme a tabela 2, as obras de maior impacto pelo número de citações são “Smart city reference model: assisting planners to conceptualize the building of smart city innovation ecosystems”, de autoria de Zygiares (2013), publicado no periódico Journal of the Knowledge Economy, com 216 citações. Em sequência tem-se a obra “Regional innovation systems: development opportunities from the ‘green turn’”, de autoria de Cooke (2010), publicado na revista Technology Analysis & Strategic Management, com 53 citações e o artigo “Implementing citizen centric technology in developing smart cities: a model for predicting the acceptance of urban technologies”, tendo como autores Sepasgozara *et al.*, (2019), publicado no periódico Technological Forecasting & Social Change, com 28 citações. Dessa forma, ressalta-se que o trabalho de Zygiares (2013) apresenta um maior impacto em relação aos demais artigos considerando o número de citações, visto como um estudo seminal no assunto.

Tabela 3. Revistas com maior número de citações

Periódicos	Total de citações	Qtd. de artigos
Journal of the Knowledge Economy	227	02
Technology Analysis & Strategic Management	53	01
Technological Forecasting & Social Change	52	02
Sustainable Cities and Society	24	01
Sustainability	19	01
European Planning Studies	18	02
Journal of Cleaner Production	13	01
Journal of Urban Technology	06	01
Systems Research and Behavioral Science	04	01
Environmental Innovation and Societal Transitions	03	01
International Journal of Sustainable Transportation	01	01
Total	420	14

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Conforme exposto na tabela 3, as revistas que possuem o maior número de citações são o Journal of the Knowledge Economy, que totalizou 227 citações em 2 artigos. Em sequência tem-se o Technology Analysis & Strategic Management, com 53 citações em 1 artigo e o Technological Forecasting & Social Change, que somou 52 citações em 2 artigos. Ademais, o número de citações realizadas nos 14 artigos analisados somam 420 citações.

Tabela 4. Revistas mais relevantes de acordo com a quantidade de artigos publicados

Nº	Periódico	Artigos
01	European Planning Studies	02
02	Journal of the Knowledge Economy	02
03	Technological Forecasting & Social Change	02
04	Technology Analysis & Strategic Management	01
05	Systems Research and Behavioral Science	01
06	Sustainability	01
07	International Journal of Sustainable Transportation	01
08	Sustainable Cities and Society	01
09	Journal of Urban Technology	01
10	Journal of Cleaner Production	01
11	Environmental Innovation and Societal Transitions	01
Total		14

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

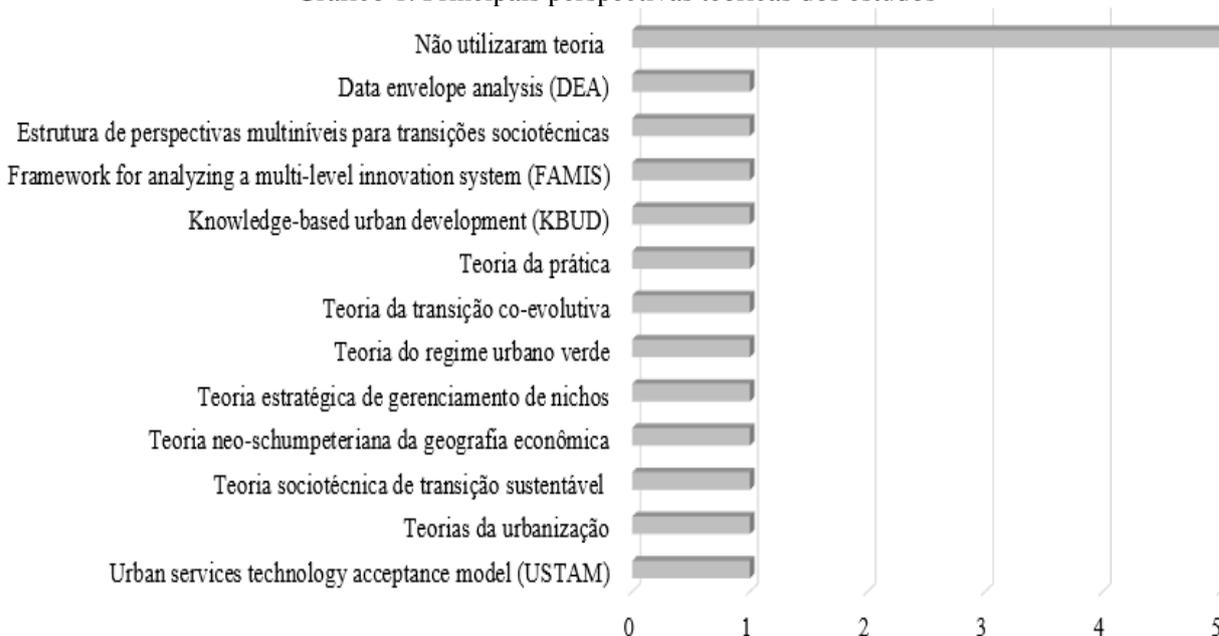
Em conformidade com a tabela 4, observa-se que os artigos analisados foram publicados em 11 periódicos distintos. Assim, verificou-se que as revistas mais relevantes de acordo com a quantidade de artigos publicados são European Planning Studies, Journal of the Knowledge Economy e o Technological Forecasting & Social Change, com 2 artigos publicados em cada periódico, somando-se 06 artigos. Os 08 demais periódicos possuem apenas 01 publicação em cada revista, resultando em 08 artigos.

4.2 Principais perspectivas teóricas dos estudos

No que se refere às principais perspectivas teóricas dos artigos, nota-se que os estudos adotam principalmente bases teóricas compatíveis com o processo de transição sustentável e de inovação tecnológica em diversos contextos urbanos, tais como: inovação regional verdes,

nichos de mercado, ecossistemas de inovação, sistemas de inovação tecnológica, desenvolvimento urbano e gerenciamento de conhecimento nas cidades.

Gráfico 1. Principais perspectivas teóricas dos estudos



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

De acordo com o gráfico 1, observa-se que nos artigos foram adotadas 12 perspectivas teóricas distintas, sendo que não houve maior predominância de uma base teórica específica, pois cada teoria aparece uma única vez nos estudos. Vale destacar que alguns artigos utilizaram mais de uma perspectiva teórica e que 09 trabalhos adotam algum tipo de teoria, de modo que apenas 05 artigos não utilizam nenhum embasamento teórico. Relativo às terminologias das perspectivas teóricas, elas foram apresentadas de acordo com a descrição contida nos artigos, podendo receber outras terminologias conforme a literatura empregada.

4.3 Fatores de inovação mais recorrentes nos estudos

Referente aos fatores de inovação mais recorrentes nos estudos, observa-se que os artigos abordam sobre muitos elementos cruciais ao processo de inovação nas cidades. Um maior quantitativo de trabalhos refere-se ao plano verde inovador para redução de CO₂, gerenciamento de transporte e políticas de construção verdes, estando presentes em (4) trabalhos que representam 18%. Sequencialmente, tem-se introdução de turbinas eólicas, solar térmica e fotovoltaica, tubulação e engenharia verde identificados em (3) artigos com 13% do total. Nota-se ainda que outros fatores também são mencionados nos estudos, tais como sistemas de inovação verdes, zonas de alta tecnologia e as universidades como meios de promoção da inovação, sendo cada termo identificado em (2) trabalhos, o que equivale a 9%. Por fim, cita-se o processo de simbiose industrial, formas de consumo e produção totalmente sustentável, o planejamento participativo dos ecossistemas de inovação urbana, investimentos governamentais em inovação, modos de governança da inovação compatível com o nível do sistema e computação móvel e aprendizado de máquina como elementos essenciais ao vínculo entre inovação e distritos urbanos, os quais foram evidenciados de forma individual em (1) artigo que corresponde a 4%, de acordo com o apresentado na tabela 5.

Tabela 5. Fatores de inovação mais recorrentes nos estudos

Fatores de inovação mais recorrentes nos estudos	Frequência	%
Plano verde inovador para redução de CO ₂ , gerenciamento de transporte e políticas de construção verdes.	4	18
Introdução de turbinas eólicas, solar térmica e fotovoltaica, tubulação e engenharia verde.	3	13
Sistemas de inovação regional ‘verdes’ por meio de clusters.	2	9
Desenvolvimento humano e fluxo de conhecimento por meio de redes.	2	9
Integração do planejamento inteligente com planejamento urbano.	2	9
Zonas de alta tecnologia melhoram a marca e as perspectivas do ecossistema de inovação urbana.	2	9
As universidades podem promover eventos nos quais os cidadãos fornecem novos conhecimentos por meio de processos de inovação de baixo para cima.	2	9
Introdução da simbiose industrial urbano-rural em parques eco-industriais.	1	4
Regime de consumo e produção totalmente sustentável em nível local.	1	4
O ecossistema de inovação urbana deve seguir um planejamento participativo.	1	4
Programas governamentais para investir em inovação e empreendimentos científicos.	1	4
Na difusão da inovação deve-se incluir um modo de governança mais coordenado no nível do sistema.	1	4
Computação móvel, aprendizado de máquina e GPS, intensificaram os vínculos entre inovação e distritos urbanos.	1	4
Total	23	100

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

4.4 Tipos de arranjos colaborativos mais recorrentes nas publicações

No que tange os tipos de arranjos colaborativos mais recorrentes nas publicações, verificou-se que os trabalhos tratam a respeito de diferentes sistemas colaborativos no âmbito das cidades, tais como o envolvimento e comprometimento dos cidadãos nas interações colaborativas, tendo em vista o êxito das estratégias de inovação urbana, apresentando em (3) artigos que correspondem a 28% do total. Menciona-se ainda a colaboração entre setores público e privado no processo de criação de sinergia para facilitar a pesquisa em inovação, a cooperação entre universidades locais e empresas privadas e a liderança generativa como elementos que podem levar a criação de ecossistemas de inovação nas cidades, presentes de forma individual em (2) trabalhos que equivale a 18%. Por fim, tem-se a colaboração entre município e principais empresas industriais com a criação do sistema de simbiose industrial por meio da geração de benefícios econômicos e sociais; e a influência do contexto político na forma de gestão dos esforços colaborativos para a inovação, ambos identificados em (01) artigo que representam 9% do total, conforme exposto na tabela 6.

Tabela 6. Tipos de arranjos colaborativos mais recorrentes nas publicações

Tipos de arranjos colaborativos mais recorrentes nos estudos	Frequência	%
Os cidadãos devem se envolver ativamente nas interações colaborativas, pois a apreciação e o comprometimento dos usuários com as mudanças urbanas são essenciais para o sucesso de iniciativas inteligentes.	3	28
A colaboração entre os setores público-privado cria sinergia na facilitação de pesquisa, visando fortalecer a capacidade e a reputação de um país como uma economia orientada à pesquisa e inovação.	2	18
A cooperação entre universidades locais e empresas privadas pode criar colaboração entre os principais inovadores e levar à criação de sistemas de inovação da cidade.	2	18
A liderança generativa usa plataformas de políticas como vantagens cooperativas para estimular o surgimento de ecossistemas de inovação.	2	18
O sistema de simbiose industrial baseia-se na colaboração entre o município e as principais empresas industriais para benefício econômico e ambiental mútuo, por meio de reciclagem de água, troca de energia em diferentes níveis e reciclagem de resíduos.	1	9
O contexto político em rápida mudança pode alterar a maneira como os esforços colaborativos para a inovação verde são gerenciados e liderados.	1	9
Total	11	100

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

5 CONCLUSÃO

O objetivo deste estudo consiste em investigar o estado da arte da produção científica internacional sobre ecossistemas de inovação e cidades sustentáveis. Para tanto, realizou-se análise de uma amostra de 14 artigos das bases de dados da Scopus e da Web of Science. É possível constatar que em relação ao perfil de autoria e as fontes de publicação dos estudos apenas o autor Philip Cooke, da Cardiff University, no País de Gales, possui mais de uma publicação em relação aos trabalhos analisados e que além do País de Gales, a Austrália se destaca no que diz respeito a quantidade de artigos por países, apresentando também dois artigos publicados. Observa-se que a maioria dos autores pertencem ao Continente Europeu.

Referente às obras de maior impacto, o artigo “Smart city reference model: assisting planners to conceptualize the building of smart city innovation ecosystems”, de autoria de Zygiarides (2013), publicado no periódico *Journal of the Knowledge Economy*, possui a maior quantidade de citações, apresentando 216 citações. A revista com maior número de citações é o *Journal of the Knowledge Economy* com 227 citações em dois artigos e as revistas mais relevantes de acordo com a quantidade de artigos publicados são *European Planning Studies*, *Journal of the Knowledge Economy* e *Technological Forecasting & Social Change*, com dois artigos publicados em cada.

No que se refere às principais perspectivas teóricas dos estudos, foram adotadas 12 perspectivas teóricas distintas, sendo que não houve maior predominância de uma base teórica específica. A maioria das perspectivas teóricas são compatíveis com o processo de transição sustentável e de inovação tecnológica em diversos contextos urbanos. Essas teorias consistem em Data envelope analysis (DEA), Framework for analyzing a multi-level innovation system (FAMIS), Knowledge-based urban development (KBUD), teoria do regime urbano verde, teoria sociotécnica de transição sustentável, Urban services technology acceptance model (USTAM), entre outras.

No que tange os fatores de inovação mais recorrentes nos trabalhos, há uma maior predominância de estudos que tratam sobre plano verde inovador para redução de CO₂, gerenciamento de transporte e políticas de construção verde, introdução de turbinas eólicas, solar térmica e fotovoltaica, tubulação e engenharia verde, como também sistemas de inovação verdes, zonas de alta tecnologia e as universidades como meios de promoção da inovação.

Referente aos tipos de arranjos colaborativos mais recorrentes nas publicações, a maioria dos estudos abordam diferentes sistemas colaborativos no âmbito das cidades, tais como o envolvimento e comprometimento dos cidadãos nas interações colaborativas tendo em vista o êxito das estratégias de inovação urbana e a colaboração entre setores público e privado no processo de criação de sinergia para facilitar a pesquisa em inovação.

Portanto, este estudo contribui com a produção científica sobre a temática ecossistemas de inovação e cidades sustentáveis e fornece embasamento teórico para outras investigações científicas mais aprofundadas. Este estudo também apresenta algumas limitações, pois não se utilizou de banco de dados nacionais. A título de sugestão, estudos bibliométricos futuros podem ser realizados incluindo a produção científica nacional.

REFERÊNCIAS

- ADNER, R. Ecosystem as structure: an actionable construct for strategy. **J. Manag.**, v. 43, p. 39–58, 2017.
- ARDITO, L. *et al.* The role of universities in the knowledge management of smart city projects. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 142, p. 312-321, 2019.
- ALAWADHI, S. *et al.* Building understanding of smart city initiatives. In: International Conference on Electronic Government - EGOV. **Anais...** 11., International Conference on Electronic Government - EGOV, Kristiansand, Noruega: EGOV, 2012.
- ANTUÑA-ROZADO, C.; GARCÍA-NAVARRO, J.; HUOVILA, P. Challenges in adapting sustainable city solutions from Finland to different contexts worldwide: a libyan case study, **Energies**, v. 12, n. 10, 2019.
- AUTIO, E.; THOMAS, L. D. W. Innovation ecosystems: implications for innovation management? **The Oxford Handbook of Innovation Management**, Oxford University Press, Oxford, UK, p. 204-224. 2014.
- BAKKER, S. *et al.* Hot or not? The role of cycling in ASEAN megacities: Case studies of Bangkok and Manila. **International Journal of Sustainable Transportation**, v. 12, n. 6, p. 416-431, 2018.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BENITEZ, G. B.; AYALA, N. F.; FRANK, A. G. Industry 4.0 innovation ecosystems: an evolutionary perspective on value cocreation. **Int. J. Production Economics**, v. 228, 2020.
- BICHAI, F.; GRINDLE, A. K.; MURTHY, S. L. Addressing barriers in the water-recycling innovation system to reach water security in arid countries. **Journal of Cleaner Production**, v. 171, p. 97-109, 2018.
- BRAMWELL, A.; HEPBURN, N.; WOLFE, D. A. **Growing innovation ecosystems: university-industry knowledge transfer and regional economic development in Canada**. Program on Globalization and Regional Innovation Systems, Munk School of Global Affairs University of Toronto, Toronto, 2012.
- CAI, B-Q.; HUANG, X-H. Evaluating the coordinated development of regional innovation ecosystem in China. **Ekoloji**, v. 27, n. 106, p. 1123-1132, 2018.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. da. **Metodologia científica**. 6 ed. São Paulo: Ática, 2007.
- ÇETINDAMAR, D.; GÜNSEL, A. Measuring the creativity of a city: a proposal and An application. **European Planning Studies**, v. 20, n. 8, p. 1301-1318, 2012.

COLLIS, J. HUSSEY, R. **Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de administração e pós-graduação.** 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

COOKE, P. Regional innovation systems: development opportunities from the ‘green turn’. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 22, n. 7, p. 831-844, 2010.

_____. Socio-technical transitions and varieties of capitalism: green regional innovation and distinctive market niches. **Journal of the Knowledge Economy**, p. 239–267, 2010.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de pesquisa em administração.** 10 ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativos, quantitativos e mistos.** 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

FITZGERALD, J. **Emerald Cities: urban sustainability and economic development.** New York: Oxford University Press, 2010.

FRANK, A. G. *et al.* The contribution of innovation policy criteria to the development of local renewable energy systems. **Energy Policy**, v. 115, p. 353-365, abr., 2018.

GINEBREDA, A. *et al.* New indexes for compound prioritization and complexity quantification on environmental monitoring inventories. **Environ Sci Pollut Res**, v. 19, p. 958–970, 2012.

GOMES, L. A. V. *et al.* Unpacking the innovation ecosystem construct: evolution, gaps and trends, technological forecasting and social change. **Elsevier Inc.**, v. 136, p. 30-48. 2018.

GOSPODINI, A. Desenho urbano: a evolução das preocupações, o poder crescente, os desafios e as perspectivas. **J. Urban Des.**, v. 25, p. 16–20, 2020.

HARMAAKORPI, V.; RINKINEN, S. Regional development platforms as incubators of business ecosystems. Case study: the Lahti urban region, Finland. **Growth and Change**, v. 51, p. 626–645, 2020.

HIREMATH, R. B. *et al.* Indicator-based urban sustainability: a review. **Energy for Sustainable Development**, v. 17, n. 6, p. 555–563, 2013.

IBRAHIM, M.; ADAMS, C.; EL-ZAART, A. Paving the way to smart sustainable cities: transformation models and challenges. **Journal of Information Systems and Technology Management.**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 559-576, 2015.

JACKSON, P. *et al.* University–industry collaboration within the triple helix of innovation: the importance of mutuality. **Science and Public Policy**, v. 45, n. 4, p. 553–564, 2018.

JOSHI, S. *et al.* Developing smart cities: an integrated framework. **Procedia Computer Science**, v. 93, p. 902-909, 2016.

KELLY, E. **Introduction: business ecosystems come of age.** Deloitte University Press, 2015.

KESKINEN, M.; SOJAMO, S.; VARIS, O. Enhancing security, sustainability and resilience in energy, Food and Water. **Sustainability**, v. 11, n. 24, 2019.

KUMARAPALI, K. A. U. P.; RATNAYAKE; R. M. V. S.; JAYAWARDENA, T. S. S. Categorization of innovation concepts for sustainable improvement. **International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)**, v. 9, n. 1, nov., 2019.

LEE, J. H.; HANCOCK, M. G.; HU, M. C. Towards an effective framework for building smart cities: lessons from Seoul and San Francisco. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 89, p. 80-99, 2014.

LI, H. *et al.* An evaluation of the impact of environmental regulation on the efficiency of technology innovation using the combined DEA model: a case study of Xi’an, China. **Sustainable Cities and Society**, v. 42, p. 355-369, 2018.

LIU, G; RONG, K. The nature of the co-evolutionary process: complex product development in the mobile computing industry’s business ecosystem. **Group & Organization Management**, v. 40, n. 6, p. 809–842, 2015.

LIU, Z.; STEPHENS, V. Exploring innovation ecosystem from the perspective of sustainability: towards a conceptual framework. **J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.**, v. 5, n. 48, p. 1-14, 2019.

MACGREGOR, S. P.; CARLETON, T. **Sustaining innovation**: collaboration models for a complex world. Springer, New York, NY, v. 19, 2012.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARZOUK, M.; OTHMAN, A. Planning utility infrastructure requirements for smart cities using the integration between BIM and GIS. **Sustainable Cities and Society**, v. 57, 2020.

MELANE-LAVADO, A.; ALVÁREZ-HERRANZ, A. Different ways to access knowledge for sustainability-oriented innovation. The effect of foreign direct investment. **Sustainability**, v. 10, p. 1-20, 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Conferência das Nações Unidas sobre habitação e desenvolvimento urbano sustentável (Habitat III)**. Nações Unidas, 2017. Disponível em: <http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Portuguese-Brazil.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2020.

_____. **Report of the world urbanization prospects: the 2014 revision, Highlights**. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Publication Division (ST/ESA/SER.A/352). Disponível em: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2014-Methodology.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2020.

PIERCE, P.; RICCIARDI, F.; ZARDINI, A. Smart cities as organizational fields: a framework for mapping sustainability-enabling configurations. **Sustainability**, v. 9, 2017.

PORTNEY, K. E.; BERRY, J. M. Participation and the pursuit of sustainability in U.S. Cities. **Urban Affairs Review**, v. 46, n. 1, p. 119 –139, 2010.

POWELL, W. W.; GRODAL, S. **Networks of innovators**. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. (org.). *The Oxford handbook of innovation*. Oxford University Press, Oxford, p. 56-85, 2005.

RUSSELL, M. G.; SMORODINSKAYA, N. V. Leveraging complexity for ecosystemic innovation Technol. Forecast. **Soc. Change**, v. 136, p. 114-131, nov., 2018.

SALIM, F.; HAQUE, U. Urban computing in the wild: a survey on large scale participation and citizen engagement with ubiquitous computing, cyber physical systems, and internet of things. **Int. J. Human-Computer Studies**, v. 81, p. 31-48, 2015.

SATTERTHWAITE, D. How urban societies can adapt to resource shortage and climate change. **Philosophical Transaction of the Royal Society A.**, v. 369, p. 1762-1783, 2011.

SENYO, P. K.; LIU, K.; EFFAH, J. Digital business ecosystem: literature review and a framework for future research. **International Journal of Information Management**, v. 47, p. 52-64, 2019.

SEPASGOZARA, M. E. S. *et al.* Implementing citizen centric technology in developing smart cities: a model for predicting the acceptance of urban technologies. **Technological Forecasting & Social Change**, 2019.

SOTARAUTA, M.; SUVINEN, N. Place leadership and the challenge of transformation: policy platforms and innovation ecosystems in promotion of green growth. **European Planning Studies**, v. 27, n. 9, p. 1748-1767, 2019.

SUOMINEN, A.; SEPPÄNEN, M.; DEDEHAYIR, O. A bibliometric review on innovation systems and ecosystems: a research agenda. **European Journal of Innovation Management**, v. 22, n. 2, p. 335-360, 2019.

SUSENO, Y.; STANDING, C. The systems perspective of national innovation ecosystems. **Systems Research and Behavioral Science**, 2017.

TSUJIMOTO, M. *et al.* A review of the ecosystem concept — towards coherent ecosystem design. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 36, p. 49-58, 2018.

- THANUSKODI, S. Bibliometric analysis of the journal library philosophy and practice from 2005-2009. **Library Philosophy and Practice**, 2010.
- UNITED NATIONS. **Urban and rural areas 2009**. Disponível em: <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/urbanization/urban-rural.asp>. Acesso em: 13 jun. 2020.
- VAN WELIE, M.; TRUFFER, B.; YAP, X-S. Towards sustainable urban basic services in low-income countries: a technological Innovation System analysis of sanitation value chains in Nairobi. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 33, 2019.
- VITANOV, K.; AUSLOOS, M. **Knowledge epidemics and population dynamics models for describing idea diffusion (Cap. 3)**. In: SCHARNHORST, A.; BÖRNER, K.; VAN DEN BESSELAAR, P. (Eds.). *Models of science dynamics: Encounters between complexity theory and information sciences*. Berlim: Springer, 2012.
- WONG, C-Y. *et al.* Knowledge structures of city innovation systems: Singapore and Hong Kong. **Journal of Urban Technology**, v. 25, n. 1, p. 47-73, 2018.
- YANG, Z. Sustainability of urban development with population decline in different policy scenarios: a case study of northeast China. **Sustainability**, v. 11, n. 22, 2019.
- ZHENG, C. *et al.* From digital to sustainable: a scientometric review of smart city literature between 1990 and 2019. **Journal of Cleaner Production**, v. 258, 2020.
- ZYGIARIS, S. Smart city reference model: assisting planners to conceptualize the building of smart city innovation ecosystems. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 4, 2013.