

Estudo de Energia Fotovoltaica para uma Cidade Inteligente

Photovoltaic Energy Study for a Smart City

Isabel Jacobs, Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis, Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Cerro Largo.

E-mail: isajacobs@gmail.com

Jorge Luis Palacios Felix, Doutor, Universidade Federal da Fronteira Sul - Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis, Campus Cerro Largo.

E-mail: jorge.felix@uffs.edu.br

Resumo

Esta pesquisa teve como finalidade explorar a produção científica internacional de escritores brasileiros sobre estudo de energia fotovoltaica para uma cidade inteligente. Buscou-se referências na base de dados da Scielo, Elsevier, revistas, Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, E-book. Atualmente, estamos convivendo com algumas consequências do efeito estufa no dia-a-dia e presenciando o esgotamento dos recursos naturais. Acredita-se que é possível contribuirmos com o meio ambiente, por meio de outras fontes de energia renovável, por meio da energia solar, uma fonte de energia sustentável ao contrário da maioria das fontes de energia utilizadas nos dias de hoje, retiradas da natureza de formas degradadoras. Cidades inteligentes são cidades que buscam melhorias através de tecnologias como a energia solar, para torná-las agradáveis, verdes e modernas, buscando melhorar a qualidade de vida das pessoas. O trabalho buscou demonstrar conceitos de cidades inteligentes e o estudo de energias renováveis, direcionados às cidades sustentáveis.

Palavras-chave: Cidade inteligente; Energia fotovoltaica; Cidade sustentável.

Abstract

This research aimed to explore the international scientific production of Brazilian writers on the study of photovoltaic energy for a smart city. References were sought in the Scielo database, Elsevier, magazines, Brazilian Congress on Energy Planning, E-book. We are currently living with some consequences of the greenhouse effect in our daily lives and witnessing the depletion of natural resources. It is believed that it is possible to contribute to the environment, through other sources of renewable energy, through solar energy, a sustainable energy source unlike most of the energy sources used today, taken from the nature of degrading forms. Smart cities are cities that seek improvements through technologies such as solar energy, to make them pleasant, green and modern, seeking to improve people's quality of life. The work sought to demonstrate concepts of

smart cities and the study of renewable energies, aimed at sustainable cities.

Keywords: *Smart city; Photovoltaic energy; Sustainable city.*

1. Introdução

Atualmente, observa-se ser bastante comentado um assunto nas mídias referente as cidades inteligentes e sobre a energia solar, ao qual vem conquistando aos poucos seu espaço, afim de tornar-se difundido no planejamento urbano sustentável. A consciência ambiental vem despertando interesse em cidades de todo o mundo, inclusive brasileiras, para a utilização dessas fontes de energia renováveis, como forma de reduzir o impacto ambiental local e universal, por meio de ações responsáveis com o planeta pela coletividade (BRASIL, 2015).

O avanço de tecnologias na área de energia permitiu novas concepções inspiradas em cidades inteligentes, através de construções sustentáveis utilizando energias renováveis, sendo utilizadas pelos setores industriais, comerciais e domésticos.

A procura por fontes de energia renováveis passou a fazer parte do meio em que vivemos e, assim difundida através de políticas públicas na esfera científica e informacional, assumindo espaços em diversas cidades e despertando a consciência coletiva para essas tecnologias.

A escassez e a dependência dos combustíveis fósseis, alterações climáticas, aquecimento global, emissão de gases com efeito de estufa, aliados à constante subida do custo de energia elétrica, suscitaram um novo papel das energias renováveis na sustentabilidade energética.

Entre as fontes de energia renovável, pode-se citar a energia solar, utilizada em sistema de aquecimento de água, placas fotovoltaicas são usadas em coberturas, como na cobertura da arquibancada de um estádio de futebol, placas solares são usualmente empregadas na fachada e na cobertura dos prédios, tornando-se um edifício sustentável.

Smart Cities (Cidades Inteligentes) é um conceito dado para as cidades, onde se busca melhorias no contexto delas utilizando tecnologias emergentes. As Smart Cities são um novo tipo de planejamento urbano que tem como objetivo tornar as cidades mais agradáveis, inclusivas, mais verdes e limpas, sendo um ponto crucial para a melhoria da qualidade de vida de bilhões de pessoas que vivem em cidades em todo o mundo (COCCHIA, 2014).

Muitos benefícios podem justificar a utilização da energia solar em direção a uma cidade inteligente e sustentável. A energia solar pode fornecer uma fonte de energia limpa e de baixo custo de manutenção para as residências, não gerando poluentes ao meio ambiente; fornece maior eletricidade nos momentos de maior demanda, possível de levar eletricidade e sustentabilidade em locais isolados; agilidade e facilidade de instalação, a vida útil do sistema pode variar em torno de 25 (vinte e cinco) anos, podendo gerar uma economia de até 95% (noventa e cinco por cento) na conta de energia elétrica.

O planeta se encaminha para populações cada vez mais numerosas, necessitando de um planejamento e de uma sustentabilidade urbana. Para um planejamento urbano adequado

precisa-se de ações estratégicas com eficácia do governo, encaminhando as cidades para modelos mais inteligentes e sustentáveis.

A finalidade do estudo é verificar a possibilidade de expandir a energia renovável, a solar, nas construções residenciais, comerciais e demais edifícios, de forma a contribuir para o alcance de cidade inteligente sustentável.

Esta pesquisa teve por objetivo, realizar uma busca em artigos científicos, identificando as características das cidades inteligentes e sustentáveis, aplicabilidade e demais assuntos acerca dos mesmos, desenvolvendo um estado da arte sobre o tema.

2. Revisão

A energia solar não polui durante seu uso, não faz barulho e não usa combustíveis fósseis, portanto é uma energia limpa. Os painéis solares são, a cada dia, mais potentes ao mesmo tempo que seu custo vem decaindo. Isso torna cada vez mais a energia solar uma solução economicamente viável.

2.1 Energia fotovoltaica

A energia solar é uma tecnologia que está entrando no mercado e tem tudo para se tornar promissora, sendo encontrados estudos a seu respeito em diversas partes do mundo.

Os chamados geradores fotovoltaicos são fontes de energia elétrica bem estabelecidas, com cerca de 21 GW de capacidade mundial instalada em 2010, e com taxas de crescimento anuais projetadas de 25-30% para as próximas duas décadas (DENG et al., 2013).

O líder global em utilização de energia elétrica fotovoltaica é a Alemanha, pois teve um programa alemão de 1999, destinado a cobrir 100.000 (cem mil) telhados com células solares, onde, foi considerado o primeiro do mundo a promover a tecnologia fotovoltaica em grande escala, e previa empréstimos a juro zero, que iniciavam apenas a partir do terceiro ano de implementação do sistema. Em relação à energia fotovoltaica, a Alemanha tem aproximadamente metade da insolação solar disponível em outros lugares mais iluminados, como no Norte da África, o que afasta as desculpas, que pregam a inviabilidade desta matriz em locais com pouca insolação (GONÇALVES et al., 2016).

Estudos de Deng et al. (2013), relatam que no ano de 2030, a energia solar fotovoltaica será 6,5% da energia elétrica disponível no mundo (em 2010, o valor foi de 0,1%), e com uma expectativa de ser 37% em 2050.

A necessidade de utilizar fontes geradoras de energia renovável já foi defendida por vários autores, como Monzoni et al. (2010), Lucon e Goldemberg (2009), no qual apontaram que as energias renováveis não devem ser consideradas como alternativas e sim como prioritárias.

No caso brasileiro, a maior parte do território está próximo da linha do Equador, porém, a maior parte da população brasileira e as atividades socioeconômicas estão em regiões distantes da linha Equatorial, como o exemplo de Porto Alegre (capital brasileira mais ao sul), não inviabiliza o aproveitamento da radiação solar pela energia fotovoltaica, pois os

painéis podem ser ajustados conforme a latitude local e o período de maior demanda de energia solar, como o verão.

Portanto, percebe-se, que os obstáculos para a implantação de painéis fotovoltaicos não estão relacionados ao espaço disponível a instalação desses painéis, porque podem ser instalados nos telhados das casas, por exemplo.

2.2 Cidade inteligente

O conceito de cidade inteligente nasceu em 1994 (GONÇALVES et al., 2016). Porém, o conceito é usado no mundo todo com diferentes nomenclaturas e significados.

Quando o assunto é desenvolvimento sustentável, podemos ter as cidades inteligentes. Elas são projeção do ambiente urbano futuro e são cidades que evoluíram ao longo do tempo (ABREU; MARCHIORI, 2020).

Segundo o *British Standards Institution* (BSI, 2014), cidades inteligentes trazem alguns benefícios como um sustentável, próspero e inclusivo futuro aos cidadãos e justifica o sinônimo cidades inteligentes sustentáveis (HARA et al., 2016; AHVENNIEMI et al., 2017).

Vários autores apontam que a sustentabilidade deve ser um dos objetivos de uma cidade inteligente para um futuro próspero dessas cidades, utilizando-se dos instrumentos tecnológicos (HUSÁR; ONDREJÍČKA; VARIŠ, 2017; FISHER; REINER; SPERLING, 2017).

Autores como Ahvenniemi *et al.* (2017) e Hara *et al.* (2016) afirmam a importância do uso da expressão *smart sustainable cities*, a fim de salientar a sustentabilidade como objetivo.

Portanto, nasce à busca pela integração e a compatibilização das fontes de energia renováveis nas construções comerciais, industriais ou residenciais, incorporando sistemas de aproveitamento de fontes de energia renováveis, que possibilitem a autossuficiência energética e a eficiência da edificação, contribuindo, assim, com a preservação ambiental e com a plenitude do conceito de cidade inteligente e sustentável (ABDALA et al., 2014).

Segundo Cocchia (2014) concluiu que nos anos 90, apareceu a definição de crescimento inteligente, despertando interesse de cientistas em resolver dificuldades referentes à poluição e a perda de espaços verdes. Perante esses desafios, o tema de cidades inteligentes trata soluções inteligentes e eficazes para o crescimento sustentável das cidades.

Esse conceito não é considerado antigo, pois apareceu na metade dos anos 1990 e 2000, sendo então recente (SILVEIRA, 2017). Cidade inteligente aparece como um novo conceito e um novo modelo a se seguir, que se encontra em difusão por todo o mundo (MOREIRA, 2014).

Com o aumento da população urbana e a rápida urbanização das cidades, tornar as cidades em cidade inteligente surgiu como uma solução para reduzir os problemas oriundos por esse crescimento, no entanto, há pouca pesquisa acadêmica sobre o assunto (CHOURABI et al., 2012).

2.3 Estado da arte Cidades Inteligentes

Diversos autores já realizaram estudos com diferentes conceitos sobre cidade inteligente, considerando diferentes formas de pensamento e suas características. A tabela 1 apresenta alguns estudos encontrados na literatura realizados por diferentes autores e os objetivos de trabalhos realizados sobre cidades inteligentes.

Autor e ano	Título do artigo	Palavras-chave	Objetivo	Revista
GONÇALVES et al., (2016)	A contribuição das fontes de energia renováveis para a construção de cidades digitais inteligentes: Uma breve análise do contexto brasileiro.	Fontes de energia renováveis; Energia fotovoltaica; Cidade digital inteligente; Edificações.	Contribuir para a reflexão sobre a integração de energias renováveis na construção de cidades digitais inteligentes.	Revista Espacios
RIGO et al., (2019)	Is the success of small-scale photovoltaic solar energy generation achievable in Brazil?	Solar PV power; Distributed microgeneration and minigeneration; Critical success factors (CSF); Barriers.	Discutir quais são os fatores críticos de sucesso para o crescimento da energia solar fotovoltaica em pequena escala no Brasil.	Journal of Cleaner Production
MADSEN; HANSEN, (2019)	Outlook of solar energy in Europe based on economic growth characteristics.	Logistic growth; Solar power; Modelling; Future energy production; Investment and solar power production; Learning curve.	Analisar o desenvolvimento da energia solar na Europa e, para os três países líderes (Alemanha, Itália, Espanha); Propor um modelo baseado em padrões de crescimento logístico.	Journal Elsevier: Renewable and Sustainable Energy Reviews
ABREU; MARCHIORI, (2020)	Aprimoramentos sugeridos à ISO 37.120 “Cidades e comunidades sustentáveis” advindos do conceito de cidades inteligentes.	Cidades inteligentes; ISO 37120; Cidades inteligentes sustentáveis; Indicadores; Medição de desempenho.	Pesquisas por estudos anteriores que pudessem ser referência em indicadores sobre cidades inteligentes, complementares à ISO 37.120:2018 “Sustainable cities and communities-Indicators for city services and quality of life”.	Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
LAZZARETTI et al., (2019)	Cidades inteligentes: insights e contribuições das pesquisas brasileiras.	Cidades inteligentes; Redes; UCINET.	Identificar a rede de pesquisadores brasileiros que estudam cidades inteligentes e descrever as principais contribuições para o debate sobre o tema.	Revista Brasileira de Gestão Urbana
ABDALA et al., (2014)	Como as cidades inteligentes contribuem para o desenvolvimento	Cidade inteligente; Cidade	Identificar como as cidades inteligentes estão contribuindo para	International Journal of Knowledge

Autor e ano	Título do artigo	Palavras-chave	Objetivo	Revista
	de cidades sustentáveis? Uma revisão sistemática de literatura.	sustentável; Revisão sistemática; Desenvolvimento sustentável; Visão integrada.	a construção de uma cidade sustentável.	Engineering and Management
HOLLANDS, (2008)	Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial?	—	Fornecer uma polêmica crítica preliminar contra alguns dos aspectos mais retóricos das cidades inteligentes; Problematizar uma série de elementos que caracterizam esta nova forma urbana, bem como questionar algumas das suposições/contradições subjacentes escondidas dentro do conceito.	Taylor & Francis. City: analysis of urban trends, culture, theory, policy, action
SILVA et al, (2020)	CISSA: Intelligent and Safe City Conceptual Model Based on a Self-Adaptive System.	Smart city; Public security; Self-adaptive system; Computational solutions.	Desenvolver um modelo conceitual denominado cidade inteligente e segura baseado em Sistema Autoadaptativo.	Research, Society and Development
AZEVEDO; OLIVEIRA, (2020)	Smart city e mobilidade: análise do estudo do plano de mobilidade da smart city Cidade de Votuporanga – um estudo de caso.	Smart Cities; Mobilidade; Indicadores; Votuporanga.	Analisar um estudo realizado pela prefeitura da cidade de Votuporanga para implantar o Plano de Mobilidade Urbana; Entender se a cidade se encontra no caminho de se tornar uma Cidade Inteligente; Entender se a cidade possui bons resultados.	Brazilian Journal of Development
GOMES; LONGO, (2020)	Cidades inteligentes sob a perspectiva da sustentabilidade: Um desafio além da tecnologia.	Cidades inteligentes; Sustentabilidade Inovação; Transformação.	Fornecer o resultado de vasta pesquisa pautada na tecnologia e o fator humano em como impactam o desenvolvimento de cidades inteligentes.	Brazilian Journal of Development
GOMES et al, (2020)	Smart cities: construção sustentável e edifícios inteligentes são tendências para o futuro.	Smart Cities; Smart Buildings; Internet das Coisas; Sustentabilidade Qualidade de vida.	Apresentar os conceitos vinculados aos chamados smart buildings, bem como, a aplicação de soluções sustentáveis, vinculadas a tecnologia	Brazilian Journal of Development

Autor e ano	Título do artigo	Palavras-chave	Objetivo	Revista
			nestas edificações; Buscar uma minimização do processo acelerado de urbanização no país.	
GUIMARÃES et al, (2020)	A implantação de cidades inteligentes no Nordeste brasileiro: um breve diagnóstico.	Cidades inteligentes; Cidades sustentáveis; Cidades Digitais; Nordeste Brasileiro; Projetos inteligentes.	Analisar o resultado do 'Ranking Connected Smart Cities', do ano de 2018, e as informações referentes à região do Nordeste brasileiro.	Revista de Direito da Cidade
CARNEVALI; ALCANTARA, (2020)	Cidades inteligentes e a sustentabilidade urbana.	Cidade Inteligente; Sustentabilidade; Big Data; Internet das Coisas.	Investigar a recente experiência mundial de sistemas digitais inteligentes, com a finalidade de garantir a sustentabilidade das cidades; examinar as concepções públicas, motivações, implementações, características e nível de maturidade.	Caderno Intersaberes
CARVALHO et al, (2019)	Smart Cities: avaliação das características dos Ecosistemas de inovação de duas cidades Inteligentes brasileiras.	Cidade Inteligente; Ambiente de Inovação; Inovação.	Investigar quais são as características dos ecossistemas de inovação das cidades mais inteligentes do mundo para análise e aperfeiçoamento das cidades brasileiras.	Cadernos de Prospecção – Salvador
TAKIGAWA et al, (2019)	Analysis of the Financial Viability of a Photovoltaic System to a Consumer Unit in South Brazil.	Brazilian energy scenario; Photovoltaic system; Sizing; Financial viability; Consumer.	Apresenta uma análise da instalação do sistema fotovoltaico em uma unidade comercial de consumo em Florianópolis-Brasil.	Revista chilena de Ingeniería

Tabela 1: Publicações selecionadas. Fonte: elaborado pelos autores.

Para Gonçalves et al. (2016) é necessário o entendimento dos conceitos sobre as cidades inteligentes em relação ao uso das energias renováveis, para assim concluir o estudo.

Lazzaretti et al., (2019) afirmam que usaram em suas pesquisas conceitos de cidades inteligentes de autores internacionais, onde poucos autores brasileiros arriscaram em criar seu próprio conceito.

Os estudos desenvolvidos por Hollands (2008) demonstraram críticas sobre as cidades que têm sido chamadas como smart/inteligente, por apresentarem dificuldade em lidar com o aumento da desigualdade social.

Abdala et al., (2014) consideram que cidade inteligente é sinônimo de cidade resiliente e sustentável, com capacidade de adaptação e construções inteligentes, como criação de ambientes de convivência sustentáveis.

Segundo Azevedo et al., (2020) para se construir uma cidade inteligente é preciso pensar nos fatores que contribuem para que a população possa ter um ambiente eficaz na questão do desenvolvimento e qualidade. Para tanto as *Smart Cities* são uma tentativa de responder a esses desafios.

Para considerar uma cidade inteligente é necessário estar de acordo com os parâmetros do Acordo de Paris, principalmente com a urbanização das cidades e a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, onde esse acordo foi assinado por 195 países, inclusive o Brasil, e é um tratado mundial para reduzir emissões de gases de efeito estufa (GOMES; LONGO, 2020).

Especialistas não conseguem fazer uma única classificação de cidade inteligente, devido à variedade de tecnologias envolvidas e aos problemas de sustentabilidade urbana diferentes que cada cidade pode ter (CARNEVALI; ALCANTARA, 2020).

Já as pesquisas desenvolvidas por Carvalho et al. (2019) sobre a definição de cidade inteligente leva em consideração o desempenho de nove dimensões fundamentais: capital humano, coesão social, economia, governança, meio ambiente, mobilidade e transporte, planejamento urbano, alcance internacional e tecnologia.

Quando se busca a questão da sustentabilidade permeia a definição de cidade sustentável, porém, também compreende o conceito das *Smart Cities* (GUIMARÃES et al., 2020).

As edificações nas *Smart Cities* devem possuir projetos que reduzem os impactos ambientais, como, aproveitamento de águas pluviais, produção de energia solar, através da energia fotovoltaica, e entre outras soluções que não prejudicam o meio ambiente (GOMES et al., 2020).

Embora existam cidades em todo o mundo tentando se tornar modelos de cidades inteligentes, nenhuma até hoje conseguiu colocar em prática todas as qualidades de cidades inteligentes (HAYAT, 2016).

Entre todos os autores e pesquisas realizadas, cada um emprega o conceito internacional de cidade inteligente diferente, onde percebeu-se uma gama grande de vários conceitos e definições diferentes, cabendo cada pesquisador a optar pelo conceito que foi de melhor entendimento para a sua visão de pensamento ou criar o seu, onde não foi encontrado algum conceito criado recentemente. Também verificou-se que as cidades inteligentes possuem bastante características pelo seu nome, onde foi difícil encontrar alguma cidade que já possua todas as características que se enquadram no termo de cidade inteligente.

3. Procedimentos Metodológicos

O trabalho proposto foi relacionado a artigos em periódicos internacionais e nacionais, buscando as definições sobre cidades inteligentes voltadas a energia fotovoltaica, sua aplicabilidade, modelos dessas cidades, e as características que interferem para se chegar a uma cidade inteligente e sustentável.

4. Aplicação/resultados

Devido a ser uma pesquisa ainda em desenvolvimento, não obteve-se dados relacionados a cidades inteligentes, contudo devido ao desenvolvimento da minha dissertação que ocorrerá.

Ao final do trabalho espera-se encontrar respostas afirmativas de se chegar a uma cidade inteligente, que pode ser uma solução inteligente para superar os desafios da futura urbanização.

5. Considerações Finais

O presente trabalho buscou elucidar a identificação conceitual existente de cidade inteligente.

As pesquisas demonstram que o uso de fontes de energia renováveis é indispensável à definição de cidade inteligente, pois as cidades inteligentes dependem, atualmente, dessas fontes de energia sustentáveis, ou seja, da energia fotovoltaica.

Conclui-se que, no Brasil, a utilização da energia fotovoltaica ainda é iniciante, se comparado com a Alemanha, país que possui níveis de insolação mais baixos que os do Brasil, mas que faz o seu uso já a partir do ano de 1999. A energia fotovoltaica é uma tecnologia promissora, que pode ser utilizada como sistema de aquecimento de água residencial; pode ser empregada também em fachadas e coberturas de edificações, no entanto ainda precisa de mais investimentos e incentivos para que essa energia cumpra o papel previsto.

A energia fotovoltaica necessita ser alvo de pesquisas futuras, para buscar o desenvolvimento de cidades inteligentes, proporcionando uma melhor qualidade de vida aos habitantes, pois, existe um longo caminho a ser alcançado no Brasil para desenvolvimento dessas cidades.

Referências

ABDALA, L. et al. Como as Cidades Inteligentes Contribuem para o Desenvolvimento de Cidades Sustentáveis? Uma Revisão Sistemática de Literatura. **International Journal of Knowledge Engineering and Management**, v. 3, n.5, p. 98-120, 2014.

ABREU, J. P. M. de; MARCHIORI, F. F. Aprimoramentos sugeridos à ISO 37.120 “Cidades e comunidades sustentáveis” advindos do conceito de cidades inteligentes. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 3, p. 527-539, jul./set. 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000300443>>.

AHVENNIEMI, H. et al. What are the differences between sustainable and smart cities? **Cities**, v. 60, p. 234-245, 2017.

AZEVEDO, A. L. B.; OLIVEIRA, J. P. L. de. Smart city e mobilidade: análise do estudo do plano de mobilidade da smart city cidade de Votuporanga – um estudo de caso. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 10, p. 80393-80409 Oct. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n10-456>>.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Sustentabilidade e as Principais Fontes de Energia. **Consultoria Legislativa**, 2015. p. 133-175.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. Department for Business Innovation and Skills. **Smart cities: guide to the role of the planning and development process**. 2014. Disponível em: <https://www.ipwea.org/HigherLogic/System/DownloadDocumentFile.ashx?DocumentFileKey=99c212d8-7138-5b92-674a-3a5f6178fe3b>. Acesso em: 15 setembro 2020.

CARNEVALI, M.; ALCANTARA, A. C. Cidades inteligentes e a sustentabilidade urbana. **Caderno Intersaberes**, v. 9, n. 19, p. 1-16, 2020.

CARVALHO, S. M. S. et al. Smart Cities: avaliação das características dos ecossistemas de inovação de duas cidades inteligentes brasileiras. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 13, n. 3, p. 693-706, junho, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.9771/cp.v13i2.32928>>.

CHOURABI, H. Nam et al. Understanding Smart Cities: An Integrative Framework. **45th Hawaii International Conference on System Sciences**, p. 2289-2297, 2012.

COCCHIA, A. Smart and digital city: A systematic literature review. In: Smart city. **Springer International Publishing Switzerland**, p. 13-43, 2014.

DENG, Yvonne Y. et al. Transition to a Fully Sustainable Global Energy System. In: Stolten, Detlef; Scherer, Viktor (Ed.). **Transitions to Renewable Energy Systems**. Jülich (Germany), 2013.

FISHER, S.; REINER, M. B.; SPERLING, J. Unreliable sustainable infrastructure: three transformations to guide cities towards becoming healthy smart cities? In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE INFRASTRUCTURE, New York, 2017. **Proceedings [...]** New York: ASCE, 2017.

GOMES, J. A. P. et al. Smart cities: construção sustentável e edifícios inteligentes são tendências para o futuro. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 10, p. 76465-76484, oct. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n10-172>>.

GOMES, J. A. P.; LONGO, O. C. Cidades inteligentes sob a perspectiva da sustentabilidade: Um desafio além da tecnologia. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 58805-58824, Aug. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n8-333>>.

GONÇALVES, J. dos S. et al. A contribuição das fontes de energia renováveis para a construção de cidades digitais inteligentes: Uma breve análise do contexto brasileiro. **Revista Espacios**, Vol. 37, nº 11, p. 01-12, fevereiro, 2016.

GUIMARÃES, P. B. V. et al. A implantação de cidades inteligentes no Nordeste brasileiro: um breve diagnóstico. **Revista de Direito da Cidade**, v. 12, n. 2, p. 153-173, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.12957/rdc.2020.39957>>.

HARA, M. et al. New key performance indicators for a smart sustainable city. **Sustainability**, v. 8, p. 1-19, 2016.

HAYAT, P. Smart Cities: a global perspective. *Índia Quarterly*, v. 72, n. 2, p. 177-191, 2016.

HOLLANDS, R. G. Will the real smart city please stand up? **Taylor & Francis. City: Analysis of Urban Trend, Culture, Theory, Policy, Action**. Vol. 12, Nº 3, p. 303-320, December 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/13604810802479126>>.

HUSÁR, M.; ONDREJIČKA, V.; VARIŠ, S. C. Smart cities and the idea of smartness in urban development: a critical review. **IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering**, v. 245, n. 8, p 1-8, 2017.

LAZZARETTI, K.; SEHNEM, S. & BENCKE, F. F.; MACHADO, H. P. V. Cidades inteligentes: insights e contribuições das pesquisas brasileiras. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, e20190118, p. 1-16, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20190118>>.

LUCON, O.; GOLDEMBERG, J. Crise financeira, energia e sustentabilidade no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 23, n. 65, p. 121-130, 2009.

MADSEN, D. N.; HANSEN, J. P. Outlook of solar energy in Europe based on economic growth characteristics. **Journal Elsevier Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 114, p. 01-06, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109306>>.

MONZONI, M. et al. **Tendências e Oportunidades na Economia Verde: Energias Renováveis**. Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial, 2010. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/15423/Tend%C3%A2ncias%20e%20oportunidades%20na%20economia%20verde%20energias%20renov%C3%A1veis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 17 dezembro 2020.

MOREIRA, J.C.R. O paradigma das cidades inteligentes: as dimensões do espaço urbano, [Dissertação de Mestrado], **Repositório da Universidade Lusiada do Porto**, Porto, 2014.

RIGO, P. et. al. Is the success of small-scale photovoltaic solar energy generation achievable in Brazil? **Journal of Cleaner Production**, v. 240, p. 12, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118243>>.

SILVEIRA, R.L.L. Cidade Inteligente. In GRIEBELER, M. P. D.; RIEDL, M. (Orgs). **Dicionário de Desenvolvimento Regional e Temas Correlatados**, Porto Alegre: Conceito, p. 56-57, 2017.

SILVA, P. I. M. et al. CISSA: Intelligent and Safe City Conceptual Model Based on a Self-Adaptive System. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, e422997184, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7184>>.

TAKIGAWA, F. Y. K. et al. Analysis of the Financial Viability of a Photovoltaic System to a Consumer Unit in South Brazil. **Revista chilena de Ingeniería**, v. 27, n. 1, p. 131-141, 2019.