

Barreiras e facilitadores para o uso da energia fotovoltaica: uma revisão sistemática da literatura

Barriers and facilitators for the use of photovoltaic energy: a systematic review of literature

Barreras y facilitadores para el uso de energía fotovoltaica: una revisión sistemática de la literatura

Rafael Alexandre do Nascimento Purificação

Mestrando, UNINOVE, Brasil
rafael.eng.ele@gmail.com

Heidy Rodriguez Ramos

Professor Doutor, UNINOVE, Brasil
heidyrr@uni9.pro.br

Cláudia Terezinha Kniess

Professor Doutor, Brasil
kniesscl@gmail.com

RESUMO

As políticas públicas de investimento no setor de energias renováveis no Brasil podem combater barreiras de mercado e diminuir os custos de produção de eletricidade. Incentivos de crédito são essenciais para ampliar o mercado fotovoltaico e encorajar investimentos privados no setor. O desenvolvimento da energia fotovoltaica é considerado uma oportunidade não apenas do ponto de vista estratégico e financeiro, mas também para os meios tecnológicos e ambientais. Os governos locais têm o maior papel para desenvolver estratégias para estabelecer planos e adotar mecanismos adequados para a promoção e incentivo. A partir desse contexto, esta pesquisa tem como objetivo identificar por meio de uma revisão sistemática as barreiras e facilitadores para o uso da energia fotovoltaica no âmbito internacional. Como metodologia para esta pesquisa foi utilizada a revisão sistemática da literatura, de artigos de alto impacto, no período de 1985 a 2017, considerando um total de 74 artigos analisados. Como resultados deste trabalho, observou-se que as políticas públicas de subsídios fiscais e regulatórios são fundamentais para expansão da energia fotovoltaica, mas precisam vir acompanhada de investimento na área de pesquisa e desenvolvimento para fabricação do silício em grau solar, novos materiais e componentes da indústria fotovoltaica brasileira, aumentando a escala de produção e reduzindo os custos da cadeia fotovoltaica.

PALAVRAS-CHAVE: energia fotovoltaica. políticas públicas. estratégias.

Public investment policies in the renewable energy sector in Brazil can counter market barriers and lower electricity production costs. Tax and credit incentives are essential to expand the photovoltaic market and encourage private investment in the sector. The development of photovoltaic energy is considered an opportunity not only from a strategic and financial point of view, but also for technological and environmental means. Local governments have a major role to play in developing strategies for establishing plans and adopting appropriate mechanisms for promotion and encouragement. From this context, this research aims to identify through a systematic review the barriers and facilitators for the use of photovoltaic energy in the international scope. As methodology for this research was used the systematic literature review of high impact articles, from 1985 to 2017, considering a total of 74 articles analyzed. As a result of this work, it was observed that tax and regulatory subsidy public policies are fundamental for the expansion of photovoltaic energy, but need to be accompanied by investment in research and development to manufacture solar-grade silicon, new materials and components of Brazilian photovoltaic industry, increasing production scale and reducing costs of the photovoltaic chain

KEYWORDS: photovoltaic energy. public policy. strategies.

Las políticas de inversión pública en el sector de las energías renovables en Brasil pueden contrarrestar las barreras del mercado y reducir los costos de producción de electricidad. Los incentivos fiscales y crediticios son esenciales para expandir el mercado fotovoltaico y alentar la inversión privada en el sector. El desarrollo de la energía fotovoltaica se considera una oportunidad no solo desde un punto de vista estratégico y financiero, sino también por medios tecnológicos y medioambientales. Los gobiernos locales tienen un papel importante que desempeñar en el desarrollo de estrategias para establecer planes y adoptar mecanismos apropiados para la promoción y el estímulo. Desde este contexto, esta investigación tiene como objetivo identificar a través de una revisión sistemática las barreras y los facilitadores para el uso de la energía fotovoltaica en el ámbito internacional. Como metodología para esta investigación se utilizó la revisión sistemática de la literatura de artículos de alto impacto, desde 1985 hasta 2017, considerando un total de 74 artículos analizados. Como resultado de este trabajo, se observó que las políticas públicas de subsidios fiscales y regulatorios son fundamentales para la expansión de la energía fotovoltaica, pero deben ir acompañadas de inversiones en investigación y desarrollo para la fabricación de silicio de grado solar, nuevos materiales y componentes. Industria fotovoltaica brasileña, aumentando la escala de producción y reduciendo los costos de la cadena fotovoltaica.

PALABRAS CLAVE: energía fotovoltaica. políticas públicas. estrategias.

INTRODUÇÃO

Para Lacchini e Ruther (2015), o desenvolvimento econômico e o crescimento do acesso a bens e serviços na sociedade moderna dependem fortemente do uso de energia elétrica para sustentar a crescente demanda de produção e para o bem-estar das camadas emergentes da população, visando alcançar um padrão de vida melhor. Planejadores governamentais e formuladores de políticas públicas enfrentam o desafio de garantir simultaneamente a sustentabilidade no uso de recursos naturais, ao mesmo tempo em que encontra uma maneira de assegurar condições para o desenvolvimento da sociedade.

De acordo com Magalhães (2009), historicamente as políticas energéticas mundiais estão baseadas na utilização de combustíveis fósseis como fonte principal da matriz energética. Com a diminuição das reservas de petróleo e a elevação do preço do barril no mercado internacional, e a crescente concentração em um pequeno grupo de países produtores fomentou a busca por fontes alternativas que pudessem diminuir a dependência das fontes não renováveis.

Nos países desenvolvidos, esta mudança na política aconteceu de maneira mais acelerada devido ao investimento em tecnologia e pesquisa. Já nos países subdesenvolvidos esta mudança acontece de maneira mais demorada especialmente pela falta de recursos financeiros para investimento em pesquisa. O estabelecimento de políticas públicas para a promoção de fontes renováveis de energia depende de investimentos e financiamento do setor privado. A atribuição do governo está muitas vezes condicionada ao gerenciamento e direcionamento dos investimentos, no sentido de definir diretrizes alinhadas com o interesse da sociedade que pode ser contrário ao interesse da iniciativa privada (Goldenberg & Moreira, 2005).

Dado o potencial de aproveitamento da energia, entende-se que a energia fotovoltaica está no centro dos debates e da agenda política de diversos países desenvolvidos e emergentes. Suas consequências são transversais, pois o uso da energia fotovoltaica permite: redução do uso de combustíveis fósseis, redução de emissões de gases de efeito estufa, do aquecimento global, incentiva à geração de empregos qualificados, desenvolvimento tecnológico e criação de valor, vetores da sustentabilidade ambiental, social e econômica (Esposito & Fuchs, 2013).

A busca do desenvolvimento sustentável para o planeta e para as pessoas está traduzido no acordo internacional conhecido como Agenda 2030, que consiste em um plano de ação, que contempla 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas da Organização das Nações Unidas (ONU, 2018). Destaca-se os ODS 07 de Energia Limpa e Acessível, o ODS 9 Inovação e Infraestrutura, o ODS 11 de Cidades e Comunidades Sustentáveis, o ODS 12 Consumo e Produção Responsáveis e o ODS 13 Ação contra a mudança Global de grande relevância para as cidades, população e preservação do meio ambiente.

Segundo Cortese, Kniess e Maccari (2017), a Organização das Nações Unidas (ONU) denominou a década de 2014 a 2023 de “Energia sustentável para todos”. Para a ONU o acesso e o aumento da oferta de energia renovável são de fundamental importância para a promoção do desenvolvimento social, econômico e sustentável das cidades.

Conforme Gastli e Armendáriz (2013), o desenvolvimento da energia fotovoltaica é considerado uma oportunidade não apenas do ponto de vista estratégico e financeiro, mas também para os meios tecnológicos e ambientais. Os governos locais têm o maior papel para desenvolver

estratégias para estabelecer planos e adotar mecanismos adequados para a promoção e incentivo. Essas políticas podem afetar o preço das energias convencionais quanto das energias renováveis não só através de reformas e impostos, mas também graças a fundos, produção de energia e leis relacionadas com o acesso à rede elétrica.

Apesar do contexto internacional de sobre oferta e de forte competição, a estrutura industrial mundial ainda não está consolidada, e, portanto, cabe ao Brasil aproveitar essa janela de oportunidade, aumentar a participação das fontes renováveis como elemento primário na geração de energia. No entanto, o custo para a implementação dos sistemas fotovoltaicos em comparação aos sistemas tradicionais ainda é uma barreira que dificulta a maior inserção da fonte solar na matriz elétrica brasileira. Com o objetivo de reduzir barreiras regulatórias e econômicas, algumas estratégias e mecanismos de incentivo foram desenvolvidos e implantados em diversos países como políticas de incentivos (Pereira et al., 2015).

Nesse contexto, considerar novas fontes para o Brasil, uma economia emergente, é de extrema importância, principalmente sob o aspecto de segurança energética e diversificação da matriz elétrica. Estando o país localizado em uma região intertropical detentora de considerável incidência vertical dos raios solares o que favorece o aumento dos índices de radiação em quase todo o país é razoável discutir o potencial de aproveitamento da energia solar fotovoltaica e suas diferenças dentro da realidade brasileira (Tolmasquim, 2016).

OBJETIVO

Identificar por meio de uma revisão sistemática as barreiras e facilitadores para o uso da energia fotovoltaica no âmbito internacional.

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

O efeito fotovoltaico é o princípio do funcionamento dos sistemas de energia solar fotovoltaicos para a produção de eletricidade. Consiste na transformação eletromagnética solar em energia elétrica através da tensão elétrica ou diferença de potencial, sobre uma célula formada por materiais semicondutores, se houver um circuito fechado entre dois eletrodos, surgirá uma corrente elétrica (Villava & Gazoli, 2012).

Os sistemas fotovoltaicos podem ser classificados como: sistemas fotovoltaicos isolados ou autônomos e sistemas conectados à rede elétrica.

Os sistemas fotovoltaicos autônomos são sistemas que possibilitam o suprimento de energia em locais isolados da rede elétrica, devido à indisponibilidade da concessionária de energia elétrica ou opção da unidade consumidora, podem ser usados para o armazenamento de energia. Apresentam os seguintes equipamentos: módulo fotovoltaico, controlador de carga, banco de baterias e inversor para o caso de alimentar cargas em corrente alternada (CA). Podem ser utilizados para gerar energia em residências nas zonas rurais, comunidades isoladas, na iluminação pública, veículos elétricos, náuticos até sistemas aeroespaciais (Villava & Gazoli, 2012).

Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica são sistemas fotovoltaicos conectados à

rede elétrica operam em paralelo com a rede de eletricidade, dispensa a necessidade de armazenamento de energia. Tem como objetivo gerar eletricidade para o consumo interno, podendo reduzir ou eliminar a dependência da rede pública. Pode ser usada para ou suprir o autoconsumo industrial, comercial e residencial (Zilles, R., Macêdo, W. N., Galhardo, M. A. B., & Oliveira, 2015).

No Brasil a regulamentação da micro e minigeração distribuída, ou seja, dos sistemas fotovoltaicos conectados a rede elétrica, aconteceu com a publicação da Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, regulamentada pela Agencia Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (ANEEL, 2012). O sistema de compensação de energia, chamado de *net metering*, no qual não há comercialização de energia elétrica da geração excedente. Neste caso, a unidade consumidora recebe créditos de energia elétrica. O excedente que não foi utilizado no mês poderá ser utilizado para o desconto na fatura do mês subsequente. (ANEEL, 2017).

Rüther (2004) defende que a geração distribuída permite ao consumidor a flexibilidade na ausência de grandes áreas, pois os painéis fotovoltaicos são modulares, integram o ambiente construído (não necessitando de grandes áreas extras para sua inserção), geram eletricidade no entorno do centro de carga, e principalmente, contribuem com a diminuição do pico de consumo de centros urbanos. Justifica-se o uso de tais sistemas em centros urbanos, pois o pico de geração fotovoltaico é diurno, coincidentemente com o pico de consumo em centros comerciais.

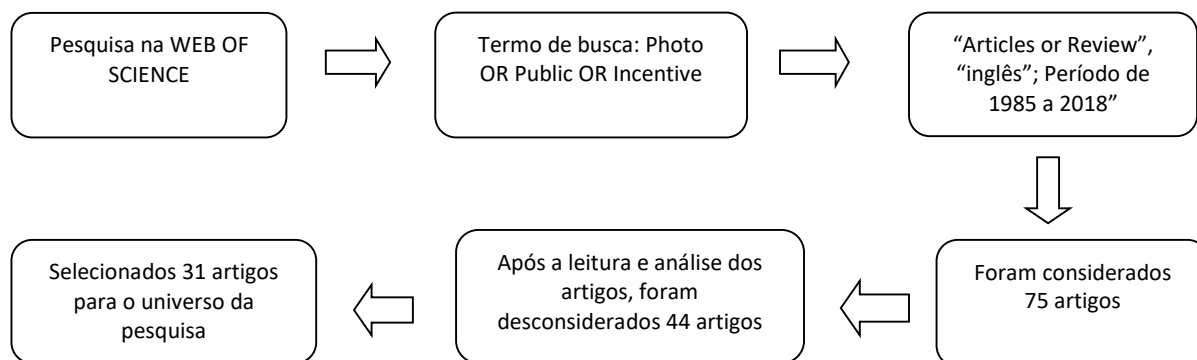
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

No estudo, foi adotada a revisão sistemática como metodologia de pesquisa. A revisão sistemática responde a uma pergunta claramente formulada utilizando métodos sistemáticos e explícitos para identificar, selecionar e avaliar criticamente pesquisas relevantes, e coletar e analisar dados de estudos incluídos na revisão (Clark, 2001).

Foi realizada uma revisão sistemática de publicações das bases de dados Web of Science, tendo como procedimento de análise a concentração em artigos de alto impacto publicado nacional e internacionalmente. O termo de busca utilizado para a realização da pesquisa *photo OR public OR incentive*.

Na busca realizada utilizou-se o filtro “Articles or Review”, portanto, foram excluídos livros, conferências ou anais de congressos. Foi selecionado o período de 1985 a 2018 e utilizado o filtro para a língua “Inglês”. Foram encontrados um total de 75 artigos, classificados por ordem crescente. A análise preliminar dos artigos foi realizada para confirmar a relação dos artigos com o tema escolhido.

Foram desconsiderados 44 artigos porque não faziam parte do escopo da pesquisa. Após leitura pormenorizada e a eliminação de artigos que ainda continham relação com as Políticas Públicas e barreiras e facilitadores a energia fotovoltaica no estudo, um conjunto de 30 artigos que foram classificados por ordem crescente de ano, do mais antigo para o mais novo que constituiu o universo de pesquisa.



REVISAO SISTEMÁTICA

O Quadro 1 apresenta a revisão sistemática dos 31 artigos analisados, a partir de um levantamento das barreiras e facilitadores para o uso da energia fotovoltaica no âmbito internacional.

Quadro 1: Revisão Sistemática da literatura

TITULO	AUTORES	PERIÓDICO	INCENTIVOS	BARREIRAS
Technological system and renewable energy policy: A case study of solar photovoltaic in Taiwan	Y.H. Huang, J.H. Wu(2004)	Renewable and Sustainable Energy Reviews	Subsídios ao sistema fotovoltaico, isenção de impostos e assistência financeira e subsídios de compra de eletricidade, Projeto de Lei de Desenvolvimento de Energia Renovável	Alto custo dos equipamentos e componentes fotovoltaicos
Environmental impacts from the solar energy technologies	Theocharis D. Tsoutsosa, Yeoryios A. Stamboulis(2004)	Technovation	Política governamental e estrutura regulatória	Ausência dos mecanismos de financiamento, incertezas e imaturidade tecnológica, complexidade de conexão da rede elétrica, aversão ao risco da novidade
The sustainable diffusion of renewable energy technologies as an example of an innovation-focused policy	Theocharis Tsoutsosa, Niki Frantzeskakib, Vassilis Gekas (2005)	Energy Policy	Redução de Emissões de CO2, aumento da independência energética regional / nacional, oportunidades de trabalho	Capacitação de trabalhadores,

An innovation management approach for renewable energy deployment—the case of solar photovoltaic(PV) technology	Kwok L.Shum, Chihiro Watanabe (2009)	Energy Policy	Taxa de crédito, Crédito de investimento, Net metering, Política Renovável, Créditos de imposto de produção, Certificados Verdes	Resistência a inovação, Custo da tecnologia, Intermitência da fonte de energia
A study of the role played by renewable energies in China's sustainable energy supply	Xiliang Zhang , Wang Ruoshui , Huo Molin , Eric Martinot (2009)	Energy	Tarifas feed-in, isenção de impostos e recursos públicos, Fundo Fiscal Especial para o Desenvolvimento Renovável	Riscos financeiros
Economic analysis of different supporting policies for the production of electrical energy by solar photovoltaics in eastern European Union countries	Luigi Dusonchet, Enrico Telaretti (2010)	Energy Policy	Tarifa Feed-in, Certificação ecológica, conhecimento da tecnologia pelo cliente	Alto custo da tecnologia fotovoltaica, complexidade dos procedimentos de conexão, capacitação de mão de obra
Renewable energy policy and public perceptions of renewable energy: A cultural theory approach	J. West , I.Bailey , M.Winter(2010)	Energy Policy	Incentivos econômicos, Tarifa Feed-in	Fatores sociais e pessoais
Political aspects of innovation: Examining renewable energy in Australia	Pranoto Effendi, Jerry Courvisanos (2011)	Renewable Energy	Investimentos Públicos em inovações, tarifa Feed-in	Finanças, social, institucional, cultural e comportamental, incerteza criada pela inovação do processo
Investment decisions in the renewable energy sector: An analysis of non-financial drivers	Andrea Masini, Emanuela Menichetti (2012)	Technological Forecasting & Social Change	Política pública de investimento, pesquisa e desenvolvimento da indústria fotovoltaica, projetos de demonstração e divulgação sobre sistemas fotovoltaicos	Falta de financiamento, Falta de política de incentivo
Solar energy: Markets, economics and policies	Govinda R. Timilsinaa, Lado Kurdgelashvilib, Patrick A. Narbelc (2012)	Renewable and Sustainable Energy Reviews	Incentivos fiscais e políticas regulatórias, incluindo créditos e isenções fiscais, tarifas feed-in, taxas de juros preferenciais	Custo da tecnologia fotovoltaica
A review on solar energy utilisation in Australia	Alireza Bahadori, Chikezie Nwaoha (2012)	Renewable And Sustainable Energy Reviews	Recuperação de terras degradadas, independência energética regional / nacional, Diversificação e segurança da matriz energética	Altos custos de investimento, falta de uma política nacional consistente

A cross-country study on the relationship between diffusion of wind and photovoltaic solar technology	Hong-Bo Duan, Lei Zhu, Ying Fan(2013)	Technological Forecasting & Social Change	Certificados Verdes negociáveis, Tarifas Feed-in, deduções fiscais, subsídios diretos e créditos no Imposto de Renda	Falta de programas uniformes e metas a longo prazo
Assessing incentive policies for integrating centralized solar power generation in the Brazilian electric power system	Diego Malagueta, Alexandre Szklo, Bruno Soares Moreira Cesar Borba, Rafael Soria (2013) Raymundo Aragão, Roberto Schaeffer, Ricardo Dutra	Energy Policy	Incentivo a pesquisa e Desenvolvimento a tecnologia fotovoltaica, financiamento de projetos	Custo da Tecnologia, Falta de incentivo para a indústria fotovoltaica, facilidade de estocagem das hidrelétricas.
China's solar photovoltaic policy: An analysis based on policy instruments	Zhi Qiang , Sun Honghang , Li Yanxi, Xu Yurui , Su Jun (2014)	Applied Energy	Investimento público, créditos fiscais, tarifas feed-in, subsídios, tarifas net metering, Política Tributaria, Incentivo a pesquisa e desenvolvimento	Alto custo do financiamento para usuários e fabricantes
Solar Energy in Sub-Saharan Africa: The Challenges and Opportunities of Technological Leapfrogging	Joseph Amankwah-Amoah (2014)	Feature Article	Subsídios do governo, incentivo do governo para a instalação de empresa no país	Alto custo inicial, falta de uma política de investimento para subsidiar a aquisição, impostos sobre componentes e equipamentos
Feed-in tariff for solar photovoltaic: The rise of Japan	Firdaus Muhammad-Sukki , Siti Hawa Abu-Bakar , Abu Bakar Munir (2014) Siti Hajar Mohd Yasin	Renewable Energy	Incentivo a pesquisa e ao desenvolvimento da tecnologia fotovoltaica, subsídio financeiro do governo, Tarifa Feed-in	Falta de uma estrutura regulatória
Solar photovoltaic energy policy and globalization: a multiperspective approach with case studies of Germany, Japan, and China	Hyun Jin Julie Yu, Nathalie Popiolek and Patrice Geoffron(2014)	Progress in Photovoltaics	Redução da emissão de gases do efeito estufa, Incentivo a pesquisa e desenvolvimento da energia fotovoltaica, incentivos para investimento, empréstimos a juros reduzidos	Importação de materiais fotovoltaicos e equipamentos em um mercado global
The influence of government strategies on the financial return of capital invested in PV systems located in different climatic zones in Brazil	Corrado Lacchini, Ricardo Rüther (2015)	Renewable Energy	Resolução Normativa nº7482/2012, Incentivos fiscais e financeiros, Leilões para usinas fotovoltaicas, Tarifa net metering	Impostos para bens fotovoltaicos, alto custo de investimento inicial

Innovation subsidies versus consumer subsidies: A real options analysis of solar energy	Kiran Torani, Gordon Rausser, David Zilberman (2015)	Energy Policy	Impostos sobre o carbono, Tarifa Feed-in, Incentivo a projetos de pesquisa e desenvolvimento da energia fotovoltaica	Preço da tarifa e custo da geração fotovoltaica
Spreading the rooftop revolution: What policies enable solar-as-a-service?	Harald Overholm (2015)	Energy Policy	Política de financiamento, incentivos fiscais nos níveis estadual e federal, mercado para vender a geração de eletricidade livre de carbono, créditos fiscais de investimentos	Custo do financiamento, dificuldade de acesso ao financiamento
Development of renewable energy in Australia and China: A comparison of policies and status	Yaping Hua, Monica Oliphant, Eric Jing Hu (2015)	Renewable Energy	Financiamento e incentivo, rede de energia fotovoltaica, Metas de energia, preço do carbono, redução de gases de efeito estufa	Custo da conexão, falta de coordenação e planejamento das políticas estaduais e federais
Adoption of residential solar power under uncertainty: Implications for renewable energy incentives	Christoph Bauner, Christine L. Crago (2015)	Energy Policy	Programas de incentivo fiscais, criação de fundos de investimentos, incentivos financeiros e governamentais incluem crédito para energia residencial	Custo da geração
Residential photovoltaic plant: environmental and economical implications from renewable support policies	Federica Cucchiella (2015)	Clean Technologies and Environmental Policy journal	Tarifa Feed-in, reduções nos custos de investimento e dedução fiscais	A ausência de incentivos fiscais, Variação da tarifa da energia solar
Impact of Systems Cost Incentives on the Economics of Distributed Solar Power in Canada	Hillary MacDougall Steve Tomosk David Wright (2016)	IEEE	Tarifa Feed-in, Projetos fotovoltaicos	Valor da Tarifa de energia
A review on China's large-scale PV integration: Progress, challenges and recommendations	Ming Ding, Zhicheng Xu, Weisheng Wang, Xiuli Wang, Yunting Song, Dezhi Chen (2016)	Renewable and Sustainable Energy Reviews	Tarifa Feed-in, leis políticas e regulamentos para estimular o desenvolvimento da energia fotovoltaica	Falta de legislação, falta de monitoramento e conformidade requisitos técnicos, Instalações inadequadas de conexão à rede elétrica
Review on recent trend of solar photovoltaic technology	Mehreen Gul, Yash Kotak and Tariq Muneer (2016)	Energy Exploration & Exploitation	Incentivo Financeiro e Estrutura Regulatória para integração de redes fotovoltaicas, altos investimento de capital para instalações fotovoltaicas e indústria de fabricação de módulos fotovoltaicos,	Falta de coordenação entre as políticas públicas, mão de obra qualificada, o preço dos materiais fotovoltaicos e os

				preços do sistema de componentes
The effect of current and prospective policies on photovoltaic system economics: An application to the US Midwest	Juan Sesmero , Jinho Jung, Wallace Tyner (2016)	Energy Policy	Crédito fiscal federal, imposto sobre a tarifa convencional	Incerteza do preço da eletricidade
Energy Return on Energy Invested (ERoEI) for photovoltaic solar systems in regions of moderate insolation	Ferruccio Ferroni, Robert J.Hopkirk (2016)	Energy Policy	Incentivo par a pesquisa e desenvolvimento da energia fotovoltaica, Sistema interligado com a rede elétrica	Custo da Tecnologia
A Study of Incentive Policies for Building-Integrated Photovoltaic Technology in Hong Kong	Aotian Song , Lin Lu , Zhizhao Liu and Man Sing Wong(2016)	Sustainability	Taxa de Irradiação Solar, Políticas públicas de incentivo fiscais, apoio a indústria fotovoltaica, redução dos custos do sistema fotovoltaico	Armazenamento de energia, tamanho da bateria, custo da instalação, ausência do apoio de política públicas, falta de incentivos econômicos
Net Metering in Brazil: Regulation, Opportunities and Challenges	Daniel Vieira ; Rafael Amaral Shayani ; Marco Aurélio Gonçalves de Oliveira (2016)	IEEE	Net metering, autoconsumo remoto, Geração compartilhada	Cobranças de impostos sobre a energia gerada, pagamento pela utilização da rede elétrica
Photovoltaics and wind status in the European Union after the Paris Agreement	Roberto Lacal Arantegui1, Arnulf Jäger-Waldau (2017) Agreement	Renewable and Sustainable Energy Reviews	Geração descentralizada de energia, redução das emissões de gases de efeito estufa	Custo da eletricidade

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

ANÁLISE E DISCUSSÃO

Com base na revisão da literatura em relação às barreiras apresentadas foi observado que o alto custo da geração da energia fotovoltaica, o baixo investimento em inovação tecnológica voltada para fabricação da célula de silício em grau solar, a baixa difusão dos conceitos desta tecnologia nas três vertentes (econômica, ambiental e social) para os consumidores, ausência de linhas de créditos de financiamentos, o baixo investimento em pesquisa e desenvolvimento são barreiras a serem vencidas pela geração distribuída fotovoltaica.

Em relação aos incentivos, foi observado na literatura iniciativas como, mercado de créditos de carbono e de certificados sustentáveis, instituir um programa de incentivo para fomentar o acúmulo de experiências e o desenvolvimento em escala, reduzindo preços e alcançando a paridade tarifária e, posteriormente, a modicidade tarifária. Outra medida é a criação de regulamentação municipal, estadual ou nacional, para que edificações com determinado porte tenham metas de utilização de energia verde.

Os certificados verdes poderiam ser negociados, com compra garantida pelo governo; adoção da tarifa *feed-in* consiste no pagamento de uma tarifa (usualmente com valores acima das tarifas finais de energia), pelas concessionárias de energia locais, para a geração de energia produzida pelas instalações de energia solar e criação de uma política de governo para o subsídio dos equipamentos e componentes do sistema fotovoltaico, isenção de impostos e assistência financeira e subsídios para compra. Outro incentivo identificado na pesquisa foi à adoção do sistema de compensação ou *net metering* considerado uma política eficiente para a inserção da tecnologia solar fotovoltaica e seu desenvolvimento no país.

A política de estímulo e incentivo a energia renovável a preços acessíveis, econômico, ambiental e social responde aos objetivos do desenvolvimento sustentável. O aumento na participação de energias renováveis na matriz energética global, até 2030, é uma meta que continuará exigindo um grande esforço dos líderes dos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Diante dos efeitos do aquecimento global e da mudança climática ao planeta e as populações, seria um passo significativo desenvolver programas e políticas para melhorar a gestão ambiental e a sustentabilidade da geração de energia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A energia solar é uma fonte de energia limpa e renovável, apesar de sua intermitência e necessidade de utilização de sistema alternativo para suprir o consumo em momentos de pouca incidência solar, nosso país possui um grande potencial. Diante disso, justifica-se a importância das políticas para o incentivo de tais ações, como incentivos a investimentos e criação de políticas de compensação para os consumidores na geração descentralizada de energia solar para o fomento ao uso desta energia, e seus ganhos em termos ambientais e econômicos, pois favorecem os micros produtores, podendo assim, impulsionar o setor econômico do país.

Será necessário a atuação entre governo, academia e iniciativa privada para a promoção e incentivo do uso desta energia por meio de isenção de impostos, redução de alíquotas ao adquirir equipamentos e linhas de créditos e financiamentos na aquisição do sistema fotovoltaico. A redução de tarifas no uso do sistema também são políticas muito atrativas para o consumidor final. Em contraponto a essas vantagens de cunho financeiro, temos o custo de implantação do sistema, porém deve-se pontuar que o aumento da escala industrial e comercial reduzirá os custos de implantação final.

Para a implementação dos objetivos do desenvolvimento sustentável e o êxito da Agenda 2030 serão necessárias políticas públicas, planos e programas de governo, será imperativo a

cooperação e a participação dos governos, sociedade civil, setor privado, academia, terceiro setor entre outros agentes neste processo.

O presente trabalho procurou levantar informações sobre as barreiras e incentivos para a promoção da energia fotovoltaica, considerando como metodologia a revisão sistemática da literatura no cenário mundial.

Reconhece-se que a metodologia proposta possui a limitação no sentido de utilizar a revisão de artigos de uma única base de dados Web of Science. O estudo teve caráter representativo, e não exaustivo, para análise e sistematização do tema, pois se limitou as principais publicações, ou seja, as mais citadas da base de dados Web of Science. Sugere-se para futuros trabalhos, a consulta de outras bases de dados utilizando os mesmo termos de busca.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. (2017). Perguntas e respostas sobre a aplicação da Resolução Normativa N°482/20012.

Clarke, M., & Horton, R. Bringing it all together: Lancet-Cochrane collaborate on systematic reviews. *The Lancet*, 357(9270), 1728, 2001.

Cortese, T. T. P., Kniess, C. T., & Maccari, E.A. Cidades Inteligentes e Sustentáveis. São Paulo, MANOLE, (2017).

Esposito, A.; Fuchs, P. Desenvolvimento Tecnológico e Inserção da Energia Solar no Brasil. *Revista do BNDES*, n. 40, dez. 2013.

Gastli, A., & Armendáriz, J. S. M. (2013). *Challenges facing grid integration of renewable energy in the GCC region. EU-GCR Renew. Energy Policy Expert. Work.*

Molina, M. J., & Molina, L. T. Megacities and atmospheric pollution. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 54(6), 644-680, 2005

Lacchini, C., & Rüther, R. The influence of government strategies on the financial return of capital invested in PV systems located in different climatic zones in Brazil. *Renewable energy*, 83, 786-798, 2015.

Magalhães, M. V. Estudo de utilização da energia eólica como fonte geradora de energia no Brasil, 2009.

Moreira, J. R., & Goldenberg, J. Política energética no Brasil. *Estud. av.*, 19(55), (2005).

Organização das Nações Unidas (2019). Recuperado em 11 dezembro, 2019, de <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>

Pereira, Osvaldo Soliano *et al.* A tecnologia fotovoltaica, novos negócios e novos desafios para as concessionárias de distribuição. VIII Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica, n. August, 2015.

Rüther, R. 2004. Edifícios Solares Fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligadas à rede elétrica pública no Brasil. Florianópolis: LABSOLAR,(2004).

Tolmasquim, M. T. Energia renovável: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica. Rio de Janeiro, EPE, (2016).

Villalva, M.G., GAZOLI, J. R. Energia Solar Fotovoltaica: conceitos e aplicações. (1ª ed), São Paulo, Érica,(2012).

Zilles, R., Macêdo, W. N., Galhardo, M. A. B., & de Oliveira, S. H. F. (2012). Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica. (1ª ed). São Paulo, Oficina de textos.