

UM LEVANTAMENTO DA PRODUÇÃO INTELECTUAL SOBRE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA¹

THIAGO CARRANO ALBUQUERQUE², MAURICIO URIONA MALDONADO³,
CAROLINE RODRIGES VAZ⁴

¹Aceito para Publicação no 4º Trimestre de 2017.

²Mestrando em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC.
thcarranober@gmail.com;

³Professor Adjunto no Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas (EPS) na
Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC. mauricio.uriona@gmail.com;

⁴Pós-Doutoranda em Engenharia de Produção, na Universidade Federal de Santa Catarina,
UFSC. karollrvaz@gmail.com.

Resumo: A evolução da humanidade sempre esteve conectada às exigências por fontes de energia. Hoje, a matriz energética global é altamente dependente dos combustíveis derivados de petróleo, que por sua vez possuem alto coeficiente energético, porém causam grandes impactos ao meio-ambiente em sua exploração e utilização. As fontes renováveis têm como vantagem a geração de energia sem danos significativos a natureza. Dentre essas, a geração solar fotovoltaica ganha destaque nos últimos anos como uma alternativa sustentável de atendimento à demanda de eletricidade. No intuito de aprofundar mais as pesquisas realizadas sobre este tema foi realizada uma busca bibliométrica de artigos que tratavam de energia fotovoltaica, a fim de se identificar as principais áreas pesquisadas, palavras-chave, revistas (*journals*), países, anos de publicação e autores que são mais relevantes facilitando assim o processo de busca de outros pesquisadores por uma literatura específica dentro do tema abordado. A pesquisa foi realizada na base de dados *Web of Science*, a partir de 1645 artigos resultantes das buscas. Como resultados finais da pesquisa são apresentados as principais

áreas de pesquisa, as redes de citação, bem como os autores mais relevantes de cada área e além destas informações, foi realizada uma seleção dos 25 principais artigos do tema.

Palavras-chave: Energia Solar, Fotovoltaica e Análise Bibliométrica.

A SURVEY OF INTELLECTUAL PRODUCTION ON SOLAR PHOTOVOLTAIC ENERGY

Abstract: The evolution of humanity has always been connected to the demands of energy sources. Today, the global energy matrix is highly dependent on petroleum-derived fuels, which in turn have a high energy coefficient, but cause great impacts to the environment in its exploration and use. Renewable sources have the advantage of generating energy without significant damage to nature. Among these, photovoltaic solar generation has been highlighted in recent years as a sustainable alternative to meet the demand for electricity. In order to deepen the research carried out on this subject, a bibliometric search of articles dealing with photovoltaic energy was carried out in order to identify the main research areas, keywords, journals, countries, years of publication and authors which are more relevant facilitating the search process of other researchers for a specific literature within the topic addressed. The survey was conducted in the Web of Science database, from 1645 articles resulting from the searches. As final results of the research are presented the main areas of research, the citation networks, as well as the most relevant authors of each area and beyond this information, a selection of the 25 main articles of the theme was made.

Keywords: Solar Energy, Photovoltaic and Bibliometric Analysis.

INTRODUÇÃO

O setor de energia elétrica é de notória importância para a evolução social e econômica de um país, existindo uma forte correlação entre o consumo de energia elétrica e alguns indicadores de desenvolvimento sociais, como analfabetismo, mortalidade infantil e expectativa de vida (GOLDEMBERG, 2006)

Neste contexto, governos buscam por outras fontes energéticas, em especial as renováveis, por apresentarem um menor custo e impacto ambiental se comparadas a fontes não-renováveis com o petróleo e o gás natural, as quais a cada dia se tornam mais escassas e com maior valor agregado no mercado. Além disso, são os grandes responsáveis por parte da poluição atmosférica e por crises políticas, financeiras e até mesmo guerras em algumas partes do mundo (DENHOLM *et al.*, 2014).

Nos últimos anos, dentre as energias renováveis a energia solar fotovoltaica vem ganhando cada vez mais destaque se analisado o crescimento tanto da capacidade instalada (GW) quanto da capacidade de geração (TWh) (IEA-PVPS, 2015). De 2005 a 2015 o crescimento mundial da capacidade instalada de energia fotovoltaica foi de 45,31% por ano, já a capacidade de geração teve um crescimento de 58,51% (SPE, 2016). Além disso, no relatório *Solar Photovoltaic Energy Technology Roadmap 2014* mostra como a geração desta energia está se expandindo nas diferentes partes mundo e que esta tendência tende a continuar de forma exponencial nos próximos anos (IEA, 2014).

Este rápido crescimento pode ser explicado por três fatores: Primeiro pelos benefícios intrínsecos associados a esta tecnologia, por não prejudicar o meio ambiente e seu simples funcionamento na geração de energia elétrica (GOLDEMBERG, JOSÉ; LUCON, 2008). Segundo pela redução dos custos de produção, devido o rápido avanço das curvas de aprendizado deste setor nos últimos anos e a tendência para os próximos anos é de queda nos preços dos equipamentos (BYRNE *et al.*, 2017). E por último o incentivo a esta tecnologia é uma forma de diminuir a dependência dos combustíveis fósseis e conseqüentemente, contornar os problemas relacionados a este tipo de fonte energética como: às crises geopolíticas e a volatilidade do preço do barril de petróleo (JIMENEZ; FRANCO; DYNER, 2016).

Este artigo tem como objetivo identificar os principais países, artigos, autores e *journals* com maior número de publicações, as palavras-chave mais utilizadas para buscas, principais anos de publicação e as redes de co-citação entre os autores. Desta forma, expondo quais são as tendências de pesquisa e a relação entre os trabalhos publicados sobre este assunto. Para atingir tal objetivo, este trabalho buscou utilizar a bibliometria para quantificar e mensurar estas informações.

A bibliometria faz parte de um grupo de métodos de investigação científica, assim como cienciometria, infometria e a webometria, que permitem medir a produtividade de pesquisadores, grupos ou instituições de pesquisa. Estes métodos têm funções semelhantes,

mas, ao mesmo tempo, cada uma delas propõe medir a difusão do conhecimento científico e o fluxo da informação sob enfoques divergentes. Para esclarecer as características de cada método, buscou-se distingui-los quanto ao objeto de estudo, variáveis, técnicas e objetivos. Essas informações são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1- Classificação dos métodos de investigação científica

	Bibliometria	Cientometria	Informetria/Infometria	Webometria
Objeto de estudo	Livros, documentos, revistas, artigos, autores, usuários.	Disciplinas, assuntos, campos científicos e tecnológicos, patentes, dissertações e teses.	Palavras, documentos, banco de dados, comunicações informais (inclusive em âmbito não científico).	Páginas na internet, (URL, título, tipo, domínio, tamanho e links) motores de busca.
Variáveis	Número de empréstimos (circulação) e de citações, frequência de extensão de frases.	Fatores que se diferenciam as subdisciplinas. Como os cientistas se comunicam.	Medir a recuperação e relevância.	Número de páginas por eixo, número de linhas por eixo, número de links que remetem ao mesmo sítio, citações, estratégias de busca.
Técnicas	Ranking, frequência, distribuição.	Análise de conjunto de correspondência, co-ocorrência de termos, expressões, palavras-chave.	Modelo vetor espaço, modelos booleanos de recuperação, modelos probabilísticos, linguagem de processamento, abordagens baseada no conhecimento.	Fator de Impacto da Web (FIW), densidade dos links, citações, estratégias de busca.
Objetivos	Conhecer o tamanho e as características dos acervos e elaborar previsões de crescimento de um determinado tema.	Identificar domínios de interesse, compreender como e quanto os cientistas se comunicam.	Melhorar a eficiência da recuperação da informação, identificar relações entre os diversos sistemas de informação.	Avaliar o sucesso de determinados sítios, detectar a presença de instituições, pesquisadores na rede e melhorar a eficiência dos motores de busca na recuperação das informações.

Fonte: Elaboração com base VANTI (2002)

A escolha da utilização da bibliometria como método de investigação nesta pesquisa, se deu em função do maior alinhamento entre o objetivo do artigo e o objetivo proposto pelo método, além de apresentar como objeto de estudo fontes de representatividade dentro do meio científico.

REFERENCIAL TEÓRICO

Energia Fotovoltaica

O princípio de funcionamento desta tecnologia está baseado na conversão da energia solar em energia elétrica através dos efeitos da radiação sobre materiais semicondutores (BAGNALL; BORELAND, 2008). Esta conversão pode ocorrer a partir de dois efeitos físicos conhecidos como o efeito termoelétrico e o efeito fotovoltaico. O primeiro caracteriza-se pelo surgimento de uma diferença de potencial, provocada pela junção de dois metais, em condições específicas. No segundo, os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica por meio do uso de células solares (NEMET, 2006).

A partir do efeito termoelétrico e fotovoltaico, se originam duas formas distintas de gerar e aproveitar a energia solar para produzir eletricidade. A primeira é a Energia Solar Heliotérmica, ou também conhecida, como energia solar concentrada e a segunda Energia Solar Fotovoltaica, sendo esta o objeto de interesse de estudo neste trabalho.

Atualmente grande parte das células fotovoltaicas, presentes em placas e painéis fotovoltaicos vendidos no mercado, possuem em sua composição base a presença do elemento químico Silício (Si) e podendo ser constituída de cristais monocristalinos, policristalinos ou de silício amorfo (CRESESB, 2006).

Por sua vez no interior das células solares o efeito fotovoltaico ocorre, efeito esse que pode ser descrito como o processo físico pelo qual uma célula fotovoltaica converte luz solar em eletricidade. A luz solar possui em sua composição os fótons, que por sua vez os fótons possuem uma grande quantidade de energia, correspondente aos diferentes comprimentos de onda do espectro solar. Quando os fótons vão de encontro à célula, os mesmos podem ser refletidos, absorvidos, ou até mesmo atravessam a célula fotovoltaica. Somente os fótons que são absorvidos têm a capacidade de gerar eletricidade, os demais não têm sua energia convertida. Já para os fótons que são absorvidos sua energia é transferida a um elétron de um

átomo da célula. Com essa nova energia, o elétron sai de sua posição original no átomo para tornar parte da corrente, em um circuito elétrico. Deixando sua posição inicial, o elétron deixa uma "lacuna" para que outro elétron possa ocupar. Propriedades especiais das células fotovoltaicas (um campo elétrico nela embutido) fazem com que a corrente produza uma d.d.p para que haja corrente em uma carga externa (PEREIRA, 2006)

Após a conversão da energia solar em energia elétrica ocorrida nas células duas configurações de equipamentos são possíveis dependendo se o sistema fotovoltaico é conectado ou isolado da rede elétrica. No caso dos sistemas isolados da rede, a energia elétrica é conduzida para um controlador de carga onde se realiza o controle de tensão e corrente, posteriormente essa energia é conduzida e processada no inversor, onde a energia elétrica em corrente contínua é convertida em corrente alternada e podendo assim ser utilizada para a alimentação dos aparelhos eletro-eletrônicos. O excedente da energia pode ser armazenado nas baterias, para ser utilizada em horários de consumo de pico ou quando não ocorre radiação (MASON; MILLER, 2016). Já se tratando de sistemas conectados a rede, a energia elétrica é conduzida diretamente para um inversor, convertendo a corrente contínua em alternada sendo possível a utilização desta energia pelo consumidor, além disso, quando está energia produzida não for utilizada ela é mensurada em um segundo relógio de geração ou em um relógio bidirecional instalado na residência pela concessionária de energia(MASON; MILLER, 2016).

Segundo NASCIMENTO (2004) a energia solar fotovoltaica já é viável em diversas aplicações, mas para uso doméstico, não consegue competir com o preço da energia elétrica das concessionárias via rede pública de distribuição, principalmente em relação a custos de implantação e manutenção devido o alto valor dos componentes, que muitas vezes são importados.

Sistemas Isolados da Rede Elétrica

Sistemas isolados são sistemas fotovoltaicos não possuem conexão com a rede de distribuição de energia elétrica. Este método de geração de energia pode ser encontrado com maior frequência em regiões isoladas onde o sistema de distribuição de energia não consegue chegar devido à longa distância, a qual provoca elevados custos de investimento em infraestrutura de cabos e torres (MILLER; HOPE, 2000).

Segundo FREITAS (2008), este tipo de sistema também é conhecido como autônomo e é concebido para alimentar um conjunto de baterias. Dessa forma, as baterias absorvem a

energia gerada pelos painéis solares durante o período de incidência solar. Logo, durante os períodos sem incidência do sol como, por exemplo, durante a noite, as baterias armazenam energia química e, posteriormente em energia elétrica.

Portanto, este tipo de sistema se utiliza de dois novos componentes para realizar o processo de entrega de energia para os pontos de consumo. Estes componentes são as baterias, como citado anteriormente, e os controladores de carga. Os inversores também são utilizados nesse tipo de sistema executando função semelhante ao realizado nos sistemas conectados a rede (FLEMING; MARCHINI; MAUGHAN, 2014).

Para os sistemas isolados da rede faz-se necessário o uso de baterias para armazenamento de energia, logo para que não ocorram problemas com as mesmas é utilizado um controlador de carga que possui a função de proteger o banco de baterias contra cargas e descargas excessivas, aumentando a sua vida útil, este componente é crítico em sistemas isolados, pois, caso venha a falhar, a bateria pode sofrer danos irreparáveis (PINHO, 2014).

Portanto, este sistema se diferencia em relação aos sistemas conectados a rede em relação aos componentes. Porém, segundo BOSO (2015) esse sistema necessita de mais investimento para produzir a mesma quantidade de kWh consumida por uma residência tal qual se esta fosse produzida pelas concessionárias de energia, ou seja, seu custo também será maior que um sistema conectado a rede.

Sistemas Conectados a Rede Elétrica

A Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, pela ANEEL, que regulamentou a micro e minigeração distribuída no Brasil, foi a responsável por garantir que os consumidores de energia interessados em fornecer energia para a rede da distribuidora na qual estão conectados poderão fazê-lo, desde que obedecidos os procedimentos técnicos estabelecidos pela agência. Essa resolução foi o marco inicial para instalação dos sistemas fotovoltaicos conectados a rede elétrica no país. Já a Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015 estabeleceu as regras da compensação de energia, ou também como conhecido em algumas literaturas o sistema de compensação *net metering* (ANEEL, 2015).

Como já dito anteriormente, este tipo de sistema tem como característica principal a não presença de baterias e sua composição, e como próprio nome diz, o mesmo é conectado a rede elétrica. Desta forma, este sistema atua concomitantemente à rede elétrica de distribuição, onde a demanda energética é suprida através das linhas de distribuição de concessionárias locais (DARGHOUTH et al., 2016). Segundo EID *et al.* (2014), o sistema

injetaria energia na rede nos meses em que a geração fosse maior que o consumo, possuindo desta forma um “crédito energético” na sua fatura de energia. Esse “crédito” gerado é utilizado nos meses onde o consumo é maior do que a geração.

De acordo com a Resolução Normativa nº482, o dimensionamento do conjunto fotovoltaico é feito para que a energia gerada pelos painéis solares na base anual seja igual ao consumo a média de consumo mensal durante o período de um ano. Porém quando se analisa a fatura energética mensal em hipótese nenhuma, mesmo nos meses onde a geração será maior que o consumo, está será gratuita, tendo em vista a cobrança das taxas de consumo mínimo (por exemplo: iluminação pública) pelas concessionárias (MCKENNA *et al.*, 2013).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para coleta dos dados sobre o tema de energia solar fotovoltaica foram utilizadas as palavras-chave “*solar energy*” AND “*photovoltaic*” AND “*solar PV*”, de forma combinada em uma busca na base de dados científica *Web of Science* (ISI). É importante destacar que não teve limite temporal na busca pelos artigos e a coleção selecionada foi *Social Sciences Citation Index* (SSCI), retornando 2.009 resultados em janeiro de 2017.

Foi selecionado o filtro “*ARTICLE*” para remover os trabalhos que não fossem provenientes de publicações em periódicos (*journals*), retornando 1.645 artigos como resultado final. A escolha dessa base se deu pela sua multidisciplinaridade e capacidade de indexar somente os periódicos mais citados em suas respectivas áreas. Possuindo hoje mais de 9.200 periódicos indexados. Também foi escolhida pela abrangência e por ser a única a permitir a aplicação de todos os *softwares* usados nesta pesquisa.

O software *EndNote*® facilita o gerenciamento e tratamento as referências coletadas (ENDNOTE, 2014). A ferramenta *Endnote* é um gestor de referências bibliográficas produzido pela *Thomson Scientific* que trabalha de forma integrada às bases consultadas. Facilita a investigação e a escrita científica, permite reunir referências bibliográficas de bases de dados *online*, importar os metadados e agrupá-los de diversas formas.

Após o gerenciamento das informações no *Endnote*® iniciou-se o trabalho de organização das informações dos artigos coletados. Os mesmos foram classificados quanto: palavras-chaves mais recorrentes, quantidade de publicações por ano, autores com maior número de publicações e citações, países de origem destes autores e os *journals* como o maior número de publicação do tema.

Para elaboração dos gráficos dos principais autores, *journals*, países, anos de publicação, citações e artigos foram utilizados os *softwares*.

- *Histcite*® o qual gerencia as informações dos metadados e a realizar a análise bibliométrica. Através deste *software* é possível a transformação de dados não numéricos em um formato gráfico, facilitando a interpretação desses dados para pesquisadores de uma determinada área de interesse (HISTCITE, 2013).

- *NAILS*® (*Network Analysis Interface for Literature Studies*) este *software* é resultado do trabalho de KNUTAS (2015) o qual realizar a análise das informações dos metadados e co-relaciona palavras-chave, autores com maior número de publicação e autores mais citados de forma sistemática.

Outro *software* utilizado para análise bibliométrica foi *VOSviewer*® (VOSVIWER, 2014) devido a sua fácil utilização e interpretação dos seus resultados. Sendo possível a criação de gráficos e grandes mapas com mais de 5.000 variáveis correlacionáveis.

RESULTADOS

As informações coletadas sobre os artigos como: palavras-chaves mais recorrentes, quantidade de publicações por ano, quantidade de publicações por autor, países com maior participação nesta área de pesquisa e quantidade de publicações por *journal* foram contabilizadas e são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1- Dados gerais da análise bibliométrica

Critério	Quantidade
Autores	3916
<i>Journals</i>	423
Palavras -Chave	3062
Países	84
Publicações	1645

Fonte: Elaborado própria no *Histcite*®

A seguir na Figura 1 são apresentados a frequência de palavras-chave mais encontradas nos trabalhos pesquisados.

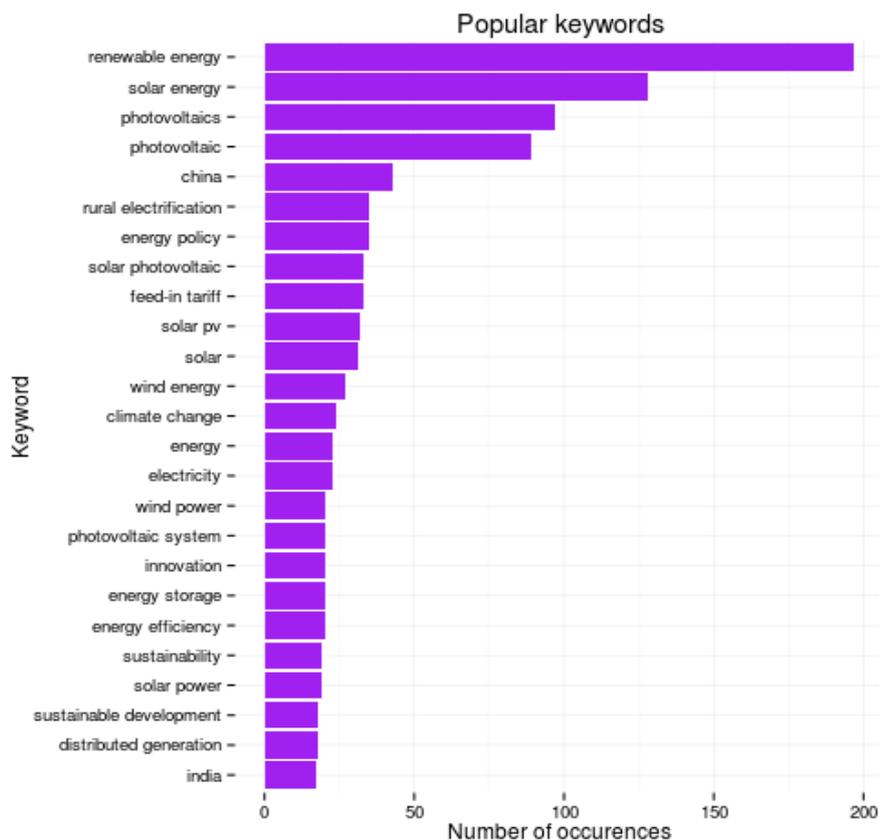


Figura 1- Gráfico de frequências das palavras-chave
 Fonte: Elaboração própria no NAILS®

Dentre as palavras-chave mais recorrentes, na literatura pesquisada de Energia Solar os termos “*renewable energy*” (185 repetições), “*solar energy*” (130) e “*photovoltaics*” (97) e “*photovoltaic*” (82) aparecem em destaque, desta forma sendo estes termos os mais utilizados como palavras-chave nos trabalhos sobre o tema de energia solar fotovoltaica. Além disso, dentre os termos utilizados para a realização da busca sistemática deste trabalho, todos estão presentes entre os principais apresentados na Figura 1. Fato este que comprova que a seleção das palavras-chave para coleta de dados foi feita de maneira a buscar o maior número de artigos.

A Figura 2 apresenta os principais anos de publicação na área de energia fotovoltaica.

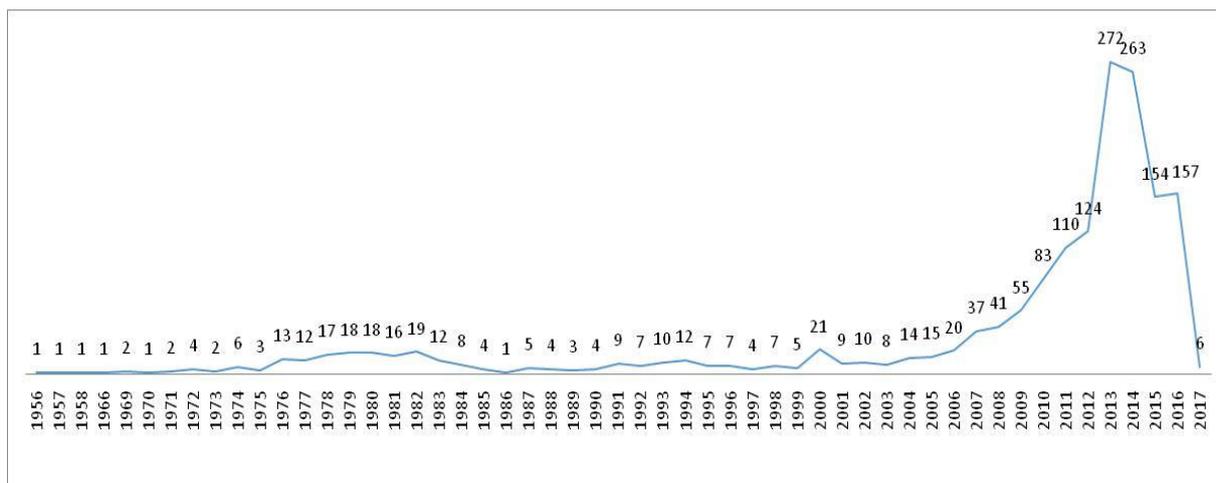


Figura 2- Gráfico de publicação por ano

Fonte: Elaboração própria no *Hiscite*®

Com análise dos principais anos de publicação do tema, fica claro que os estudos pertinentes a área já vinha sendo feitos de longa data, tendo em vista o artigo do BROWM, G.G. de 1956 “*Nuclear and Solar Energy*” onde o autor realiza um comparativo entre a energia nuclear e a energia solar, mostrando mesmo que de uma forma inicial o interesse nesta nova fonte de energia tem mais de 60 anos. Além disso, outro ponto que fica claro com a visualização do gráfico da Figura 2 é a evolução na quantidade de pesquisas sobre o tema a partir do ano de 2008 em diante, ano este em que a crise ambiental se acentuou, tendo em vista os relatórios elaborados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (FONSECA *et al.*). Este acontecimento revela que a necessidade pela busca de fontes alternativas de energia teve reflexo também nas pesquisas acadêmicas.

Já Figura 3 traz como informação os países com maior número de publicação na área de energia solar.

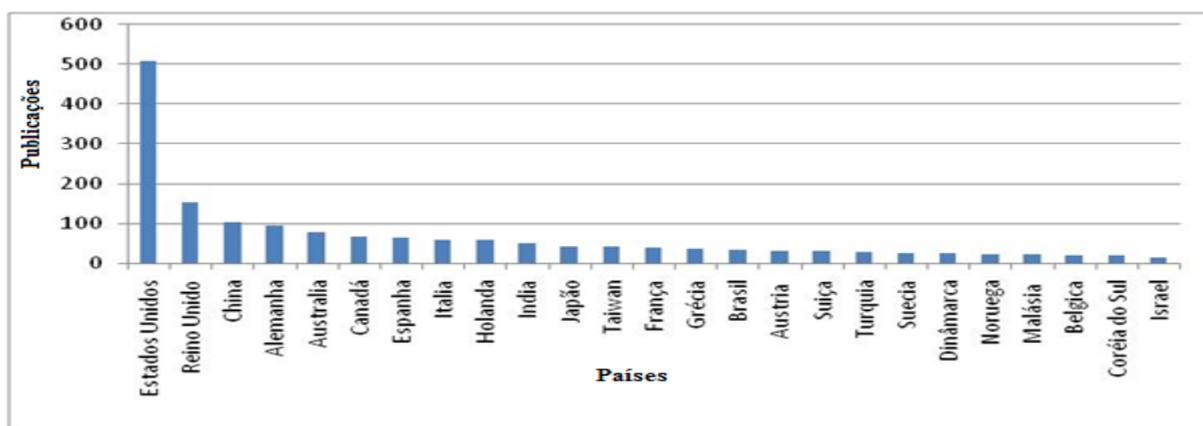


Figura 3- Gráfico de publicação por países

Fonte: Elaboração própria no *Hiscite*®

Estados Unidos (507 artigos), Reino Unido (154), China (103) e Alemanha (95) se destacam dentre os demais entre o número de artigos publicados em *journals* sobre o tema, revelando o grande interesse destes países na pesquisa deste tema. Além disso, esses países são destaques também na produção de energia solar, tendo em vista que, se somadas à capacidade produtiva de energia de cada um destes países se atingiria o valor de 74,2% da capacidade produtiva mundial desta fonte (IEA-PVPS, 2015). Estas informações retratam a relação da pesquisa acadêmica com o desenvolvimento do setor tecnológico de um país.

Quanto aos *journals* com maior número de publicações nesta área, a Tabela 2 traz essas informações e abre espaço para a discussão da importância destes periódicos para a pesquisa de energia fotovoltaica.

Tabela 2 – *Journals* de destaque em Energia Solar

<i>Journal</i>	Publicações
<i>Energy Policy</i>	488
<i>Renewable Energy</i>	107
<i>Energy</i>	98
<i>Sustainability</i>	95
<i>Applied Energy</i>	95
<i>Technological Forecasting and Social Change</i>	82
<i>Solar Energy</i>	82
<i>Energy Economics</i>	78
<i>Energy Sustainable Development</i>	67
<i>Journal of Cleaner Production</i>	64
<i>Solar Energy Materials and Solar Cells</i>	59
<i>Research Policy</i>	56
<i>Progress in Photovoltaic's</i>	49
<i>Environmental Research Letters</i>	47
<i>Ecological Economics</i>	45
<i>Environmental Impact Assents Review</i>	38
<i>Energy Efficiency</i>	35
<i>Energy and Buildings</i>	31
<i>Bulletin of the Atomic Scientists</i>	29

Fonte: Elaboração própria no *Hiscite*®

Verificou-se que a *Energy Policy* (488 artigos), *Renewable Energy* (107 artigos), *Energy* (98) *Sustainability* (95) *Applied Energy* (95) *Technological Forecasting and Social Change* (82) e *Solar Energy* (82) englobam 63% das publicações encontradas. A partir destes dados buscou-se investigar o foco de cada um destes periódicos na intenção de encontrar um interesse em comum dentre eles. A Tabela 3 tem o papel de apresentar as áreas de interesse de pesquisa de cada uma destas revistas citadas.

Tabela 3– Áreas de interesse dos *Journals* em Energia Solar

<i>Journal</i>	Área de Interesse
<i>Energy Policy</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Regulamentação energética e ambiental; • Segurança energética; • Qualidade ea eficiência dos serviços energéticos; • Intervenções governamentais no mercado de energia.
<i>Renewable Energy</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Conversão de Biomassa; • Conversão de Tecnologia Fotovoltaica; • Aplicações Térmicas Solares; • Tecnologia de geração eólica; • Dessalinização; • Arquitetura Solar e de Baixa Energia; • Climatologia e Meteorologia; • Tecnologia Geotérmica; • Hidroelétrica; • Tecnologia de produção de hidrogênio e células de combustível; • Questões socioeconómicas e políticas.
<i>Energy</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Modelagem e previsão de energia; • Sistemas integrados de energia; • Planejamento energético e gerenciamento de energia.
<i>Sustainability</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Poluição atmosférica e alterações climáticas; • Poluição da água e saneamento; • Uso indevido da terra; • Desertificação e seca; • Desenvolvimento industrial e crise energética; • Produtos químicos tóxicos e resíduos perigosos e radioativos; • Explosão populacional e urbanização; • Padrões insustentáveis de produção e consumo; • Fontes de energia novas e renováveis; • Métodos sustentáveis de preservação e regeneração de energia.
<i>Applied Energy</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Conversão ea conservação de energia; • Utilização ótima dos recursos energéticos; • Análise e otimização dos processos energéticos; • Desenvolvimento o sistemas energéticos sustentáveis.
<i>Technological Forecasting and Social Change</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Foco na metodologia e prática de previsão tecnológica e estudos futuros como ferramentas de planejamento como inter-relação em fatores sociais, ambientais e tecnológicos.
<i>Solar Energy</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Interesse na pesquisa, desenvolvimento, aplicação e avaliação, além das políticas na energia solar.

Fonte: Elaboração própria.

A partir dessas informações apresentadas na Tabela 3, fica evidente algumas áreas de interesse de pesquisa em comum entre os *journals* com maior número de publicação no tema. Em primeiro lugar, pode-se destacar o foco em comum de todos periódicos em energias

renováveis em geral. Em segundo lugar o interesse de grande parte destas revistas na área de avaliação de cenários futuros para simulações de novas fontes de energia, mostrando uma preocupação da comunidade científica com o futuro energético do planeta frente às mudanças climáticas globais. E por último, foi notado um interesse nos estudos dos impactos que as políticas de incentivo energético possuem neste setor, no meio ambiente e na sociedade. Vale destacar ainda, que dentro destas áreas de interesse em comum das revistas avaliadas, algumas eram mais focadas no tema de energia solar como a “*solar energy*”, mas no geral as demais revistas deixam o tema aberto para as demais fontes energéticas.

A avaliação dos autores com maior produção literária é apresentada na Figura 4.

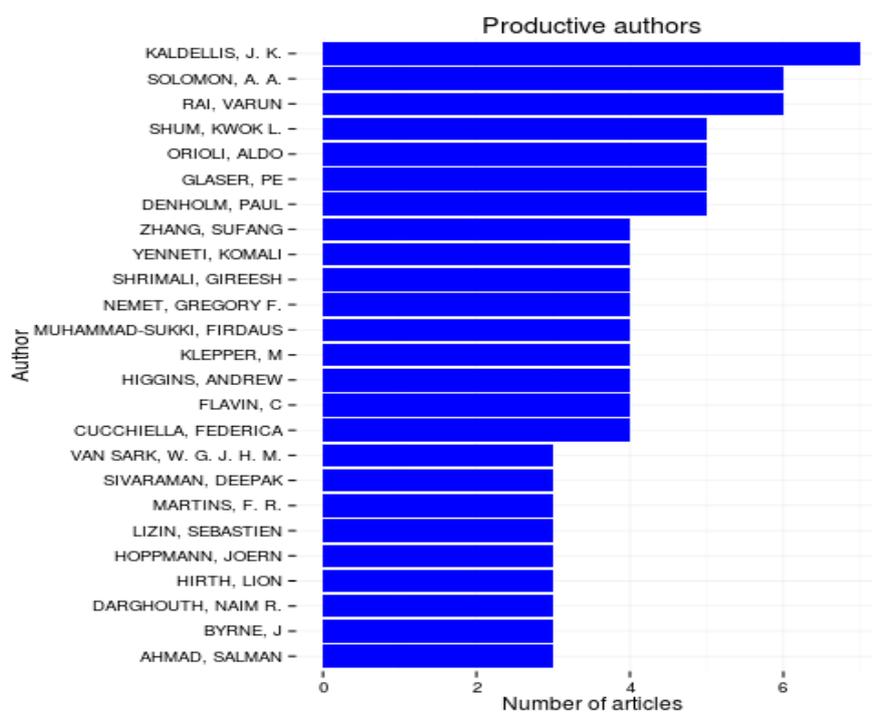


Figura 4- Gráfico da quantidade de publicação por autor
Fonte: Elaboração própria no *NAILS*®

Dentre os autores avaliados quanto ao número de publicações em artigos, KADELLIS, J. K. (7 artigos), SOLOMON, A. A. (6) RAI, V. (6) se evidenciam, sendo o primeiro autor de nacionalidade grega e os demais de nacionalidade norte americana, essa informação reforça a análise da Figura 3 mostrando que o Estados Unidos além de ser o país que mais publica sobre o tema de energia solar possui também os autores com maior índice de publicação sobre este assunto. A Tabela 4 traz a as obras destes autores com seus respectivos periódicos, anos de publicação e as áreas de atuação de cada um destes pesquisadores de acordo com a leitura dos títulos, palavras-chave e *abstracts* da literatura selecionada.

Tabela 4– Autores com maior número de publicações sobre energia solar

Autores	Área de atuação	Artigos	Journals	Ano
KALDELLIS, J. K.	Desenvolvimento de tecnologias energéticas e seus impactos na sociedade	<i>Comparing recent views of public attitude on wind energy, photovoltaic and small hydro applications</i>	<i>Renewable Energy</i>	2013
		<i>Optimum wind- and photovoltaic-based stand-alone systems on the basis of life cycle energy analysis</i>	<i>Energy Policy</i>	2012
		<i>Minimum cost solution of wind-photovoltaic based stand-alone power systems for remote consumers</i>	<i>Energy Policy</i>	2012
		<i>Renewable energy applications in Greece-What is the public attitude?</i>	<i>Energy Policy</i>	2012
		<i>Minimum long-term cost solution for remote telecommunication stations on the basis of photovoltaic-based hybrid power systems</i>	<i>Energy Policy</i>	2011
		<i>Critical evaluation of financial supporting schemes for wind-based projects: Case study Greece</i>	<i>Energy Policy</i>	2011
		<i>Cost benefit analysis of a photovoltaic-energy storage electrification solution for remote islands</i>	<i>Energy Policy</i>	2009
SOLOMON, A. A.	Simulação de cenários futuros para energias renováveis	<i>Appropriate storage for high-penetration grid-connected photovoltaic plants</i>	<i>Energy Policy</i>	2012
		<i>The role of conventional power plants in a grid fed mainly by PV and storage, and the largest shadow capacity requirement</i>	<i>Energy Policy</i>	2012
		<i>Properties and uses of storage for enhancing the grid penetration of very large photovoltaic systems</i>	<i>Energy Policy</i>	2010
		<i>The effects on grid matching and ramping requirements, of single and distributed PV systems employing various fixed and sun-tracking technologies</i>	<i>Energy Policy</i>	2010
		<i>An energy-based evaluation of the matching possibilities of very large photovoltaic plants to the electricity grid: Israel as a case study</i>	<i>Energy Policy</i>	2010
		<i>Grid matching of large-scale wind energy conversion systems, alone and in tandem with large-scale photovoltaic systems: An Israeli case study</i>	<i>Energy Policy</i>	2010
RAI, V.	Desenvolvimento de tecnologias energéticas e seus impactos na sociedade	<i>Overcoming barriers and uncertainties in the adoption of residential solar PV</i>	<i>Renewable Energy</i>	2016
		<i>Agent-based modeling of energy technology adoption: Empirical integration of social, behavioral, economic, and environmental factors</i>	<i>Environmental Modelling & Software</i>	2015
		<i>Public perceptions and information gaps in solar energy in Texas</i>	<i>Environmental Research Letters</i>	2015
		<i>International low carbon technology transfer: Do intellectual property regimes matter?</i>	<i>Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions</i>	2014
		<i>Diffusion of environmentally-friendly energy technologies: buy versus lease differences in residential PV markets</i>	<i>Environmental Research Letters</i>	2013
		<i>Effective information channels for reducing costs of environmentally-friendly technologies: evidence from residential PV markets</i>	<i>Environmental Research Letters</i>	2013

Após análise dos autores com maior número de publicação no tema de energia fotovoltaica, se sobressaem três questões importantes. Primeiro que as áreas de atuação destes autores são muito próximas as áreas de interesses dos periódicos já levantados na Tabela 3, sendo de destaque a simulação de cenários futuros e desenvolvimento de tecnologias energéticas e seus impactos para sociedade. Em segundo lugar os anos de publicação dos trabalhos destes autores estão em um intervalo de tempo entre 2008 á 2016, ou seja, período esse de maior produção de artigos referentes ao tema. E por último os periódicos mais publicados por esses autores são “*Energy Policy*” e “*Renewable Energy*” reafirmando o domínio dessas revistas nas publicações sobre este assunto em específico.

A Figura 5 retrata os autores com maior número de citações na área de energia solar.

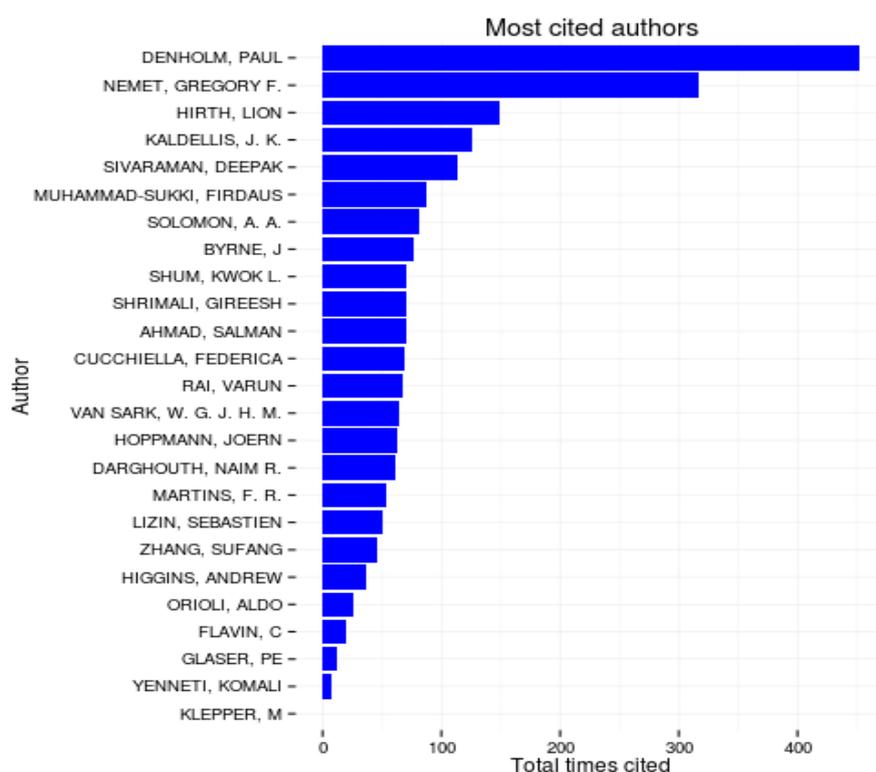


Figura 5- Gráfico da quantidade de citação por autor
Fonte: Elaboração própria no *NAILS*®

Dentre os autores avaliados quanto ao número de citações, DENHOLM, P. (455 citações), NEMET, G. F. (323) ambos de nacionalidade americana e HIRTH, L. (150) de nacionalidade alemã se destacam. A Tabela 5 mostra os artigos destes pesquisadores com seus respectivos periódicos, anos de publicação e as áreas de atuação de cada um destes pesquisadores de acordo com a leitura dos títulos, palavras-chave e resumos da literatura selecionada. Analisando em conjunto as informações trazidas pelas Figuras 3,4 e 5 percebe-se

que a nação Norte Americana além de deter o maior número de publicações e os autores com maior índice de publicação possuem também os trabalhos com maior índice de citação sobre o tema, revelando desta forma a qualidade de seus trabalhos de pesquisa.

Tabela 5– Autores com maior número de citações sobre energia solar

Autores	Área de atuação	Artigos	Journals	Ano
DENHOLM, P.	Simulação de cenários Futuros para energias renováveis	<i>Grid flexibility and storage required to achieve very high penetration of variable renewable electricity</i>	<i>Energy Policy</i>	2011
		<i>Decarbonizing the electric sector: Combining renewable and nuclear energy using thermal storage</i>	<i>Energy Policy</i>	2012
		<i>Evaluating the limits of solar photovoltaic's (IEA-PVPS) in electric power systems utilizing energy storage and other enabling technologies</i>	<i>Energy Policy</i>	2007
		<i>Evaluating the limits of solar photovoltaic's (IEA-PVPS) in traditional electric power systems</i>	<i>Energy Policy</i>	2007
		<i>Land-use requirements and the per-capita solar footprint for photovoltaic generation in the United States</i>	<i>Energy Policy</i>	2008
NEMET, G. F.	Modelagens Políticas e seus impactos futuros	<i>Beyond the learning curve: factors influencing cost reductions in photovoltaic's</i>	<i>Energy Policy</i>	2006
		<i>Net Radioactive Forcing from Widespread Deployment of Photovoltaic's</i>	<i>Environmental Science & Technology</i>	2009
		<i>Interim monitoring of cost dynamics for publicly supported energy technologies</i>	<i>Energy Policy</i>	2009
		<i>Demand Subsidies Versus R&D: Comparing the Uncertain Impacts of Policy on a Pre-commercial Low-carbon Energy Technology</i>	<i>Energy Journal</i>	2009
HIRTH, L.	Desenvolvimento de tecnologias energéticas e seus impactos na sociedade	<i>The market value of variable renewable the effect of solar wind power variability on their relative price</i>	<i>Energy Economics</i>	2013
		<i>Market value of solar power: Is photovoltaic's cost-competitive?</i>	<i>Renewable Power Generation</i>	2015
		<i>Why Wind Is Not Coal: On the Economics of Electricity Generation</i>	<i>Energy</i>	2016

As afirmações feitas durante análise dos autores com maior número de publicações podem ser refeitas também durante análise dos autores com maior número de citações, porém vale destacar a identificação de uma nova área de interesse, a modelagens das políticas e seus impactos futuros, área essa que surge de uma junção entre a área de simulação de cenários futuros e com análise das políticas de incentivo deste setor em questão.

A partir deste momento buscou-se uma relação entre as obras dos autores levantados, durante a etapa de coleta de dados e, além disso, identificar as áreas de interesse em comum destes autores. Para isso, foi feito o mapa bibliométrico de co-citação como pode ser visto na

Figura 6, na intenção de se trazer uma visão global do trabalho em conjunto destes pesquisadores.

O mapa bibliométrico de co-citação tem a função de ilustrar as redes de citação entre os autores, através de suas linhas de conexão bem como as áreas de pesquisa, as quais são indicadas pela cor de cada “cluster” e os autores mais citados podem ser analisados pela dimensão da circunferência indicada no mapa.

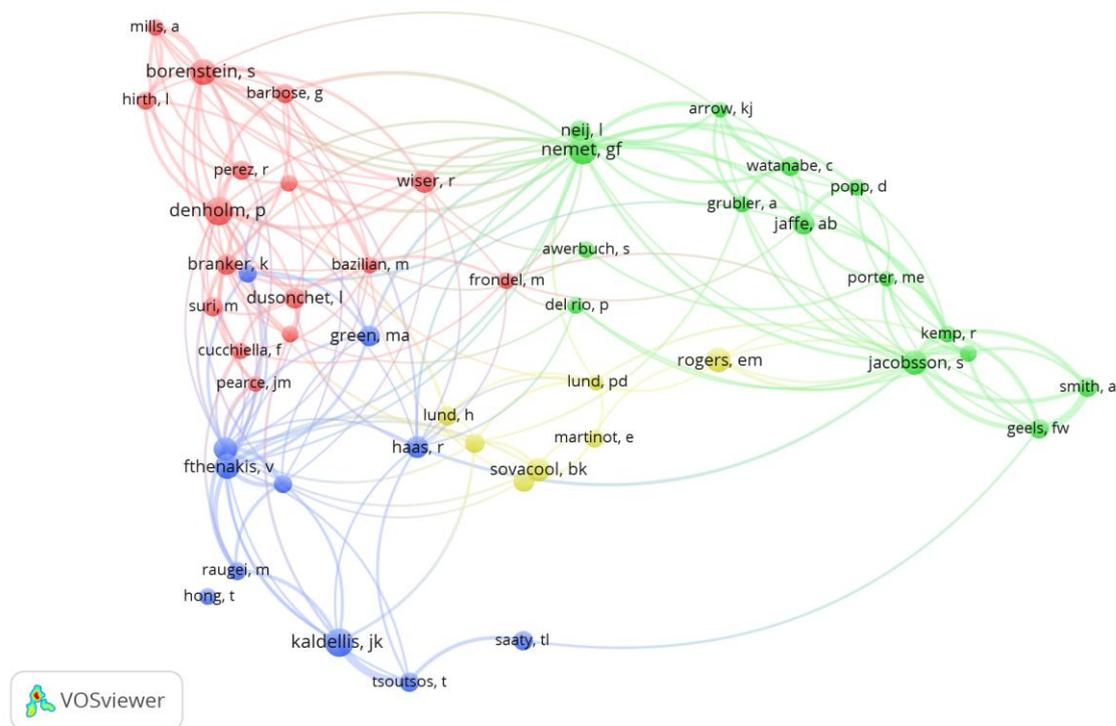


Figura 6- Mapa bibliométrico de co-citação
Fonte: Elaboração própria no VOSviewer®.

Após a visualização do mapa se torna claro a existência de quatro áreas de pesquisa sobre o tema de energia fotovoltaica, sendo que três já foram identificadas durante as análises dos autores com maior número de publicação e citação. A área de pesquisa identificada durante essa análise, juntamente com a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave das obras dos autores que a pertencem foi a área de desenvolvimento do Sistema Nacional de Inovação de tecnologias energéticas sustentáveis. Essa área de pesquisa visa identificar os fatores-chaves de sucesso da inovação tecnológica de energias limpas.

A Tabela 6 informa os autores mais citados de cada uma destas áreas de pesquisa, bem como a identificação de cada *cluster* no mapa, país de origem, número de citações e publicações destes autores selecionados.

Tabela 6 – Clusters e áreas de pesquisa identificadas na pesquisa

<i>Cluster</i>	Área de pesquisa	Principal autor	País de origem	Nº de citações	Nº de artigos publicados
Vermelho	Simulação de cenários futuros para energias renováveis	DENHOLM, P.	Estados Unidos	455	5
Azul	Desenvolvimento de tecnologias energéticas e seus impactos na sociedade	KALDELLIS, J. K.	Grécia	150	7
Amarelo	Desenvolvimento do Sistema Nacional de Inovação de uma determinada tecnologia energética	SOVACOOOL, B. K.	Reino Unido	25	2
Verde	Modelagens Políticas e seus impactos futuros	NEMET, G. F.	Estados Unidos	323	4

Buscou-se ainda identificar os artigos mais relevantes através de uma avaliação feita pelo *software* NAILS®, o qual elabora estes resultados levando em consideração três medidas de importância: 1) em grau na rede de citações, 2) citações fornecidas pela *ISI Web of Science*® (apenas para artigos incluídos no conjunto de dados) e 3) A pontuação da feita segundo a *Rack Page* de citações do Google Acadêmico®.

Desta forma, os 25 maiores documentos de pontuação são identificados usando estas medidas separadamente. Os resultados são apresentados na Tabela 7 e estão combinados e ordenados por grau de relevância com a remoção dos duplicados.

Tabela 7- Principais Artigos levantados segundo Software NAILS®

Autor Principal	Artigo	Journals	Ano
NEMET, G. F.	<i>Beyond the learning curve: factors influencing cost reductions in photovoltaic's</i>	<i>Energy Policy</i>	2006
DENHOLM, P.	<i>Evaluating the limits of solar photovoltaic's (PV) in traditional electric power systems</i>	<i>Energy Policy</i>	2007
BAZILIAN, M.	<i>Re-considering the economics of photovoltaic power</i>	<i>Renewable Energy</i>	2013
JAGER, W.	<i>Stimulating the diffusion of photovoltaic systems</i>	<i>Energy Policy</i>	2006
FTHENAKIS, V.	<i>The technical, geographical, and economic feasibility for solar energy to supply the energy needs of the US</i>	<i>Energy Policy</i>	2009
DENHOLM, P.	<i>Evaluating the limits of solar photovoltaic's (IEA-PVPS) in electric power systems utilizing energy storage and other enabling technologies</i>	<i>Energy Policy</i>	2007
DUSONCHET, L.	<i>Economic analysis of different supporting policies for the production of electrical energy by solar photovoltaic's in western European Union countries</i>	<i>Energy Policy</i>	2010
JACOBSON, M.Z.	<i>Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials</i>	<i>Energy Policy</i>	2011
FAIERS, A.	<i>Consumer attitudes towards domestic solar power systems</i>	<i>Energy Policy</i>	2006
RIGTER, J.	<i>Cost and optimal feed-in tariff for small scale photovoltaic systems in China</i>	<i>Energy Policy</i>	2010
GRAU, T.	<i>Survey of photovoltaic industry and policy in Germany and China</i>	<i>Energy Policy</i>	2012
VAN, D.Z.	<i>The learning potential of photovoltaic's: implications for energy policy</i>	<i>Energy Policy</i>	2004
DUSONCHET, L.	<i>Economic analysis of different supporting policies for the production of electrical energy by solar photovoltaic's in eastern European Union countries</i>	<i>Energy Policy</i>	2010
TSOUTSOS, T.	<i>Environmental impacts from the solar energy technologies</i>	<i>Energy Policy</i>	2005
DARGHOUTH, N. R.	<i>The impact of rate design and net metering on the bill savings from distributed PV for residential customers in California</i>	<i>Energy Policy</i>	2011
ARASA-MAESTRO, C.J.	<i>Photovoltaic remuneration policies in the European Union</i>	<i>Energy Policy</i>	2013
HIRTH, L.	<i>The market value of variable renewable</i>	<i>Energy Economics</i>	2013
BREYER, C.	<i>Global overview on grid-parity</i>	<i>Progress in Photovoltaic</i>	2013
ACKER, R.	<i>The quiet (energy) revolution: Analyzing the dissemination of photovoltaic power systems in Kenya</i>	<i>Energy Policy</i>	1996
BOLLINGER, B.	<i>Peer Effects in the Diffusion of Solar Photovoltaic Panels</i>	<i>Marketing Science</i>	2012
LABAY, D.	<i>Exploring the Consumer Decision Process in the Adoption of Solar Energy Systems</i>	<i>Journal of Consumer Research</i>	1981
CHAKRABARTI, S.	<i>Rural electrification programme with solar energy in remote region-a case study in an island</i>	<i>Energy Policy</i>	2002
PEARCE, J.	<i>Photovoltaic's - A path to sustainable futures</i>	<i>Futures</i>	2002
BORENSTEIN, S.	<i>The Private and Public Economics of Renewable</i>	<i>Journal of Economic</i>	2012

	<i>Electricity Generation</i>	<i>Perspectives</i>	
HSU, C.	<i>Using a system dynamics model to assess the effects of capital subsidies and feed-in tariffs on solar PV installations</i>	<i>Applied Energy</i>	2012

Fonte: Elaboração própria no NAILS.

NEMET, G.F. possui 4 artigos publicados como autor principal e 323 citações feitas ao autor segundo a análise realizada pelo *software NAILS®*. Já DENHOLM, P. detém 5 artigos publicados como autor principal, sendo 3 publicações e 455 citações feitas por outros autores que estudaram seus trabalhos, ilustrando desta forma a importância das pesquisas feitas por estes dois autores em especial.

De acordo com as análises bibliométrica feita até este momento é possível se afirma que a leitura das obras destes dois autores (DENHOLM, P. e NEMET, G.F.) é fundamental para a melhor compreensão do tema de energia solar fotovoltaica, mas também não descartando a leitura das obras dos principais autores destacados nos “*clusters*” de áreas de pesquisa identificadas e das 25 principais obras segundo o *software NAILS®* (Tabela 6 e 7).

CONCLUSÕES

Esta pesquisa teve como objetivo fazer uma análise bibliométrica da literatura sobre energia fotovoltaica. Identificou-se os artigos, autores, *journals* e país com mais publicações, bem como as palavras-chave relacionadas ao tema de energia solar fotovoltaica mais frequentes e autores mais citados, além da análise da rede de citação destes autores.

Dentre os autores com mais publicações e citações sobre o tema, destacaram-se os pesquisadores NEMET, G.F. e DENHOLM, P percebeu-se ainda que a maioria dos artigos destes e de outros autores são produzidos em universidades e centros de pesquisa localizados nos Estados Unidos, Reino Unido e China.

Com relação às áreas de pesquisa identificadas neste trabalho observou-se quatro áreas de destaque (Simulação de Cenários Futuros para energias renováveis, Desenvolvimento de tecnologias e seus impactos na sociedade, Desenvolvimento do Sistema Nacional de Inovação de uma determinada tecnologia energética e Modelagens Políticas e seus impactos futuros) sendo identificado citações entre autores dessas áreas, comprovando assim a multidisciplinaridade deste assunto. Neste contexto, é possível destacar ainda que o foco de muitos autores esteja em trabalhos de simulações que buscam retratar as mais diversas realidades futuras para este tema com base em experiências passadas de outras fontes de

energia, políticas do setor, impactos no meio ambiente e na sociedade entre outros assuntos que podem ser utilizados para geração de cenários de simulação.

Com base neste trabalho sobre a produção intelectual de energia solar fotovoltaica, podem-se direcionar os futuros estudos relacionados ao tema com as áreas de simulação de cenários futuros e os estudos das políticas do setor de energia, devido às tendências avaliadas durante esta pesquisa das áreas de interesse dos periódicos e dos autores.

Finalmente, salienta-se que pesquisas como a aqui relatada, permitem que pesquisadores e demais interessados possam conhecer além das orientações gerais da literatura, os trabalhos e autores mais influentes de uma determinada área. Assim, obtendo-se um interessante ponto de partida para pesquisas futuras.

Referências

ANEEL. *Cadernos Temáticos Micro e Minigeração Distribuída*. Sistema de Compensação de Energia Elétrica. Brasília, DF, Brasil: Centro de Documentação–Cedoc 2015.

BAGNALL, D. M.; BORELAND, M. Photovoltaic technologies. *Energy Policy*, 1487701794, v. 36, n. 12, p. 4390-4396, Dec 2008. ISSN 0301-4215. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000261679000019 >.

BOSO, A. C. M. R. G., C. P. C.; GABRIEL FILHO, L. R. A. . Análise de custos dos sistemas fotovoltaicos on-grid e off-grid no Brasil. *Revista Científica ANAP Brasil*, 1487980202, v. 8, n. 12, p. 57-66, 2015.

BYRNE, J. et al. Multivariate analysis of solar city economics: Impact of energy prices, policy, finance, and cost on urban photovoltaic power plant implementation. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, 1487163300, 2017. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85007560282&doi=10.1002%2fwene.241&partnerID=40&md5=403f1de852890d3d6c5cfe1292b6d7ce>>.

CRESESB. *Princípios e Aplicações*. ELETROBRAS. Rio de Janeiro: Centro de Referência para Energia Solar e Eólica 2006.

DARGHOUTH, N. R. et al. Net metering and market feedback loops: Exploring the impact of retail rate design on distributed PV deployment. *Applied Energy*, 1487701795, v. 162, p. 713-722, Jan 2016. ISSN 0306-2619. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000367631000065 >.

DENHOLM, P. et al. Energy storage technologies. In: (Orgs.). *Grid Energy Storage: Benefits and Challenges to Modernizing the Electric Grid*, 2014. p.71-120.

EID, C. et al. The economic effect of electricity net-metering with solar PV: Consequences for network cost recovery, cross subsidies and policy objectives. *Energy Policy*, 1487701795, v. 75, p. 244-254, Dec 2014. ISSN 0301-4215. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000347604500027 >.

ENDNOTE. *Endnote for Windows: Bibliographies Made Easy*. Edition X7 2014.

FLEMING, P.; MARCHINI, B.; MAUGHAN, C. Electricity-related GHG emissions at off-grid, outdoor events. *Carbon Management*, 1487701795, v. 5, n. 1, p. 55-65, Feb 2014. ISSN 1758-3004. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000330496700013 >.

FONSECA, L. et al. Terceiro e quarto relatórios de avaliação do IPCC: comparação entre cenários futuros de distribuição geográfica do Siphia flava no Brasil. Embrapa Meio Ambiente-Artigo em anais de congresso (ALICE), In: WORKSHOP SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS, 2012, Jaguariúna. Anais... Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2012. 6 p.

FREITAS, S. S. A. *Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos*. 2008. (Mestrado em Engenharia Industrial ramo Engenharia Eletrotécnica). Departamento de Eletrotécnica, Instituto Politécnico de Bragança,, Bragança.

GOLDEMBERG, J. The promise of clean energy. *Energy Policy*, 1502733993, v. v.34, n. n. 15, p. p. 2185-2190, 2006.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. *Energia, meio ambiente e desenvolvimento*: Editora da Universidade de São Paulo 2008.

HISTCITE. *Histcite for windows*: Clarivate Analytics 2013.

IEA-PVPS. *Snapshot of Global PV Markets 2014*. SYSTEM, I. E. A. P. P. Paris, France 2015.

IEA. *Medium-term renewable energy market report 2014*. AGENCY, I. E. Paris, France 2014.

JIMENEZ, M.; FRANCO, C. J.; DYNER, I. Diffusion of renewable energy technologies: The need for policy in Colombia. *Energy*, 1487012512, v. 111, p. 818-829, 2016. ISSN 0360-5442.

KNUTAS, A. H., A. SALMINEN, J. IKONEN, J. E. PORRAS, J. . *Serviço de Análise Bibliométrica em Nuvem para Estudos de Mapeamento Sistemático*. Proceedings of the 16th International Conference on Computer Systems and Technologies 2015.

MASON, I. G.; MILLER, A. J. V. Energetic and economic optimisation of islanded household-scale photovoltaic-plus-battery systems. *Renewable Energy*, 1487701795, v. 96, p. 559-573, Oct 2016. ISSN 0960-1481. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000379271800050 >.

MCKENNA, E. et al. Economic and environmental impact of lead-acid batteries in grid-connected domestic PV systems. *Applied Energy*, 1487701795, v. 104, p. 239-249, Apr 2013. ISSN 0306-2619. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000316152700023 >.

MILLER, D.; HOPE, C. Learning to lend for off-grid solar power: policy lessons from World Bank loans to India, Indonesia, and Sri Lanka. *Energy Policy*, 1487701795, v. 28, n. 2, p. 87-105, Feb 2000. ISSN 0301-4215. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000085900200003 >.

NASCIMENTO, C. A. *Princípios de funcionamento da célula fotovoltaica*. 2004. (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Fontes Alternativas de Energia - Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

NEMET, G. F. Beyond the learning curve: factors influencing cost reductions in photovoltaics. *Energy Policy*, 1487701795, v. 34, n. 17, p. 3218-3232, Nov 2006. ISSN 0301-4215. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000241644200053 >.

PEREIRA, E. M., F. ABREU, S. RÜTHER, R. . *Altas Brasileiro de Energia Solar*. INPE. São José dos Campos 2006.

PINHO, J. G., M.=. *Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos*. CEPEL-CRESESB. Rio de Janeiro: Cepel-Cresesb 2014.

SPE. *Global Market Outlook for Solar Power*. EUROPE, S. P. Brussels, Belgium 2016.

VANTI, N. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. *Ciência da Informação*, 1505584734, v. 31, n. 2, p. 152-162, 2002.

VOSVIWER. *VOSviewer 1.6.5 for Windows* Centre for Science and Technology Studies 2014.