



Encontro Internacional sobre Gestão
Empresarial e Meio Ambiente

ISSN: 2359-1048
Dezembro 2016

ESTUDO BIBLIOMÉTRICO DAS PUBLICAÇÕES SOBRE TECNOLOGIA SOLAR ENTRE OS PERÍODOS DE 2000 E 2015

HEITOR LOPES FERREIRA

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO - UNINOVE
hferreirap@gmail.com

MAURÍCIO ALVES RODRIGUES PUGAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO - UFMT
mauricio.pugas@hotmail.com

LEANDRO ALVES PATAH

leandro.patah@uol.com.br

LENY CRISTINA KOVALESKI FERREIRA

lckovaleski@hotmail.com

ESTUDO BIBLIOMÉTRICO DAS PUBLICAÇÕES SOBRE TECNOLOGIA SOLAR ENTRE OS PERÍODOS DE 2000 E 2015

RESUMO

A adoção e inclusão de fontes renováveis de energia são consideradas fundamentais para o atendimento da demanda crescente de energia, sem deixar de lado a preocupação com a sustentabilidade relacionada à emissão de CO₂, redução ou extinção da degradação dos recursos naturais e diminuição da temperatura média do planeta. O presente artigo é resultado de um estudo bibliométrico cujo propósito central foi analisar a produção científica sobre Tecnologia Solar. Os resultados obtidos demonstraram que entre os períodos de 2000 a 2015 dos artigos consultados da *ISI Web of Knowledge* não apresentam números expressivos de concentração de autores nas citações destes trabalhos, por outro lado verificou cinco periódicos que são responsáveis pelas publicações de 71,5% dos artigos selecionados e 16,8% das referências citadas.

PALAVRAS CHAVE: Tecnologia Solar, Energia Renovável, Bibliometria

BIBLIOMETRIC STUDY OF PUBLICATIONS ON SOLAR TECHNOLOGY BETWEEN PERIODS OF 2000 AND 2015

ABSTRACT

The adoption and inclusion of renewable sources of energy are considered fundamental to the growing demand of service energy without leaving aside the concern with sustainability-related CO₂ emissions, reduction or termination of the degradation of natural resources and reduction of the planet's average temperature. The present article is resulted of a study bibliometric whose central purpose was to analyze the scientific production on Solar Technology. The results showed that between the periods 2000 to 2015 of these articles of ISI Web of Knowledge does not have significant numbers of authors focusing on the citations of these works, on the other hand found five journals are responsible are responsible for the publications of 71.5 % of selected articles and 16.8% of the cited references.

KEYWORDS: Solar Technology, Renewable Energy, Bibliometric.

1 INTRODUÇÃO

A Luz Solar coloca-se como a mais promissora das fontes ditas como sendo renováveis, Lewis (2007) chegou a esta conclusão ao afirmar que em apenas uma hora de luz solar há mais energia que o consumido por toda a humanidade usando-se todas as fontes de energia simultaneamente. Constatação animadora, porém, barreiras tecnológicas, sociais e políticas insistem em usar fontes de origem fóssil sob o argumento do baixo custo para a exploração, não levando em consideração os custos e impactos ambientais (DINCER, 2007).

O objetivo deste artigo foi analisar a produção científica sobre “Tecnologia Solar” por meio de um trabalho bibliométrico. O uso da bibliometria permite ao pesquisador obter um melhor entendimento sobre o tema pesquisado, que por vezes trazem revelações que delineiam pesquisas, indicam quais são as obras seminais, estruturação de dissertações e teses de doutoramento. Por meio deste levantamento descobriu-se que esta temática abrange diversos subtemas, além de serem relevantes para a sua viabilidade, são fundamentais para a construção de uma economia balizada na sustentabilidade e preocupada com os impactos ao meio ambiente tais como a redução da emissão de dióxido de carbono (CO₂), redução e extinção da degradação dos recursos naturais, redução da temperatura média do planeta e uso eficiente das fontes renováveis.

Para os resultados obtidos buscou-se na base de dados *ISI Web of Knowledge* artigos usando-se a palavra chave “*Solar tech**” entre os períodos de 2000 a 2015, obtendo-se 1912 artigos. Como filtro selecionou-se apenas os artigos que possuíam 20 ou mais citações (*citation index*) e procedeu-se a leitura de todos os resumos destes artigos. A amostra final foi composta por 158 artigos com 7022 referências citadas. Descobriu-se que periódicos *Energy Policy*, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, *Renewable Energy*, *Applied Energy* e *Solar Energy* são as principais fontes para pesquisas cuja temática venha abordar qualquer uma das fontes consideradas renováveis.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Como fundamentação teórica buscou-se discorrer sobre o conceito de energia renovável, as principais fontes consideradas renováveis e quais os pré-requisitos para a adoção da energia renovável dentro dos sistemas geradores de energia. Considerando-se esta fundamentação inicial, o presente artigo objetivará fundamentar com maior profundidade, uma das fontes de energia renovável considerada como a mais promissora até o presente e talvez, a maior geradora de energia do futuro a TECNOLOGIA SOLAR.

2.1 ENERGIA RENOVÁVEL

Todas as vezes que os problemas ambientais vêm à tona procuram-se meios para se reverter ou ao menos amenizar seus impactos. E as energias renováveis são sempre contempladas nas principais discussões mundiais quando a temática é abordada. Embora a sociedade conviva com inúmeras fontes de informações, a compreensão sobre energia renovável e quais fontes são consideradas renováveis é primordial para o entendimento das argumentações apresentadas.

De acordo com a *International Energy Agency* - IEA (2015) considera-se fonte de energia renovável as fontes cuja velocidade de renovação é superior à velocidade de consumo, e dentro desta definição são fontes renováveis: a Energia Solar, Eólica, Geotérmica, Hídrica, Bioenergia e a Energia do Mar.

E de fato não há como deixar de se considerar nas pesquisas sobre energia renovável sem a abordagem do desenvolvimento sustentável. O aumento da temperatura média da superfície da terra resultante do crescente aumento do dióxido de carbono (CO₂) e de outros gases causadores do efeito estufa colocam em xeque as atuais fontes energéticas de origem fóssil (OMER, 2008, p.2298), fazendo com que especialistas e governos mencionem a necessidade da inclusão e descoberta de fontes renováveis de energia como pré-requisitos para o desenvolvimento de uma sociedade mais sustentável (DINCER, 2007, p.173). Além do aumento da temperatura se somam as discussões: a degradação do ecossistema, a destruição da camada de ozônio e as chuvas ácidas.

De acordo com Lud (2007, p.912) e Johnstone, Hascic e Popp (2010) para que sejam estabelecidas novas estratégias sustentáveis de energia há a necessidade de evolução tecnológica em três grandes áreas: Aumento da capacidade de armazenamento (*Electrical Energy Storage – EES*), melhoria da eficiência da produção de energia e a substituição dos combustíveis fósseis por diversas fontes renováveis.

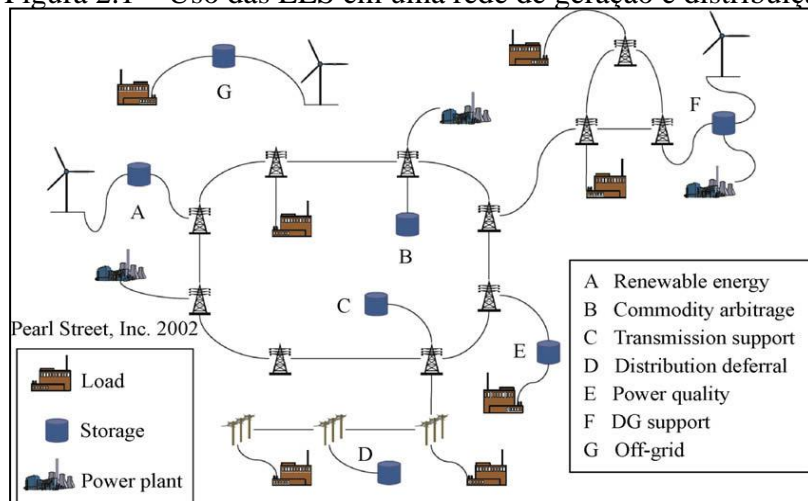
O aumento da capacidade de armazenamento segundo Luo *et al.* (2015, p.511) “refere-se ao processo de conversão de energia de sua forma original (elétrica) para uma forma armazenável reservando-a de vários modos, permitindo que a energia armazenada seja convertida em energia elétrica quando necessário”. De acordo com Chen *et al.* (2009, p.293) a atual cadeia de valor da energia elétrica é composta por 5 etapas: Fonte de energia, Geração, Transmissão, Distribuição e Consumo. De acordo com o autor as EES serão a 6ª etapa da cadeia de valor da energia elétrica. Para Makansi e Abboud (2002, p. 22) “as EES integram os sistemas existentes e criaram um mercado mais acessível”.

Para Chen *et al.* (2009) os principais benefícios com o uso dos EES são:

- Atendimento aos picos de grande demanda;
- Adequação às variações de demanda de energia;
- Redução da intermitência das fontes de energias renováveis;
- Melhoria da qualidade e confiabilidade;
- Apoio à realização de redes inteligentes;
- Apoio aos sistemas de distribuição;
- Redução das importações durante os picos de alta demanda.

A figura 2.1 apresenta o modelo de integração das redes com o uso das EES proposto por Chen *et al.* (2009).

Figura 2.1 – Uso das EES em uma rede de geração e distribuição



Fonte: Chen *et al.* (2009)

A melhoria da eficiência na geração de energia mencionada por Lund (2009) trata-se da integração das fontes renováveis com o aproveitamento total de sua capacidade de geração. Para o autor, a adoção de estratégias sustentáveis relacionadas ao completo uso das fontes renováveis, exigem a adoção e implementação de tecnologia de energia flexíveis e integradas aos sistemas de distribuição. Somente com o uso desta tecnologia será possível se obter o desenvolvimento sustentável.

Dentre as fontes geradoras de energia classificadas como renováveis destaca-se a que se utiliza da tecnologia solar (fotovoltaicas) como uma das principais fontes e com maior potencial de crescimento nos próximos anos.

2.2 TECNOLOGIA SOLAR

De acordo com Lewis (2007, p.798) o potencial da energia solar é muito superior às demais fontes de energia. Em uma breve analogia o autor argumenta que se somadas todas as fontes geradoras de energias renováveis e consumidos pelos seres humanos (de origem fóssil) no transcorrer de um ano seriam equivalentes à uma hora de energia oriunda da luz solar. Informação impressionante levando-se em consideração os dados fornecidos pela Agência Internacional de Energia (IEA) cuja soma de todas as fontes geradoras, demonstradas no quadro 01 somam 13.541,28 Mtoe (*million tonnes of oil equivalent*) ou 157.456,745 TWh (*terawatt hour*) no ano de 2013, equivalente a um crescimento de 218% em comparação a 1973, ano que iniciou as medições da geração de energia em escala mundial.

Quadro 01 – Total produzido de energia de acordo com a fonte geradora no ano de 2013

PRODUÇÃO	Carvão	Petróleo Cru	Derivado de Petróleo	Gás Natural	11019,00
	3901,21	4279,54	-63,69	2901,94	
	Nuclear	Hydro	Biocomb. Biomassa	Geotérmica Solar Eólica	2516,27
	646,50	325,96	1377,10	166,71	
TOTAL (Mtoe)					13.541,28

Fonte: IEA (2015)

Mesmo com todo este potencial de energia produzida, as tecnologias de conversão enfrentam sérios problemas de custos e escalabilidade para a composição de uma fonte de energia completa (LEWIS, 2007, p.798). As reduções nos custos e a composição dos preços dos painéis fotovoltaicos (baterias e sistemas) ainda são os principais obstáculos para o uso desta tecnologia chegando a serem quatro vezes superiores às tecnologias usuais (BAGNALL; BORELAND, 2008). Porém, acredita-se que a simples comparação com outras tecnologias geradoras de energia dificultam a compreensão em relação ao potencial existente na energia solar (BAZILIAN *et al.*, 2013; TSENG *et al.*, 2011). Como parâmetro, além dos custos, deveriam ser avaliados os benefícios ambientais, tais como a redução da emissão de gases, (DALE; BENSON, 2013), proporcionados pela adoção dos sistemas de energia solar (fotovoltaica e solar térmica) a toda humanidade (TSOUTSOS; FRANTZESKAKI; GEKAS, 2005).

A atual tecnologia fotovoltaica ainda é considerada de 1ª geração cuja metade dos custos é oriunda das pastilhas de silício, necessárias para a composição das placas, com uma eficiência de conversão de apenas 20% (BAGNALL; BORELAND, 2008). Os autores comentam que uma segunda geração de painéis cuja estrutura será composta por filmes semicondutores finos alocados sobre substratos de baixo custo estão entrando no mercado.

Em paralelo, pesquisas nas áreas de biotecnologia, nanotecnologia, novas composições de materiais e o avanço das ciências físicas tornarão o uso da tecnologia solar viável e rentável (LEWIS, 2007). Todo este esforço é impulsionado pela necessidade de segurança energética desencadeado pela elevada demanda de energia mundial (DALE; BENSON, 2013).

A tecnologia solar também surge como solução para a geração de energia em zonas rurais. De acordo com Karekezi e Kithyoma (2002) e Palit (2013) a África e a Ásia são os continentes que menos possuem acesso à energia no mundo e a energia solar é uma das soluções a serem consideradas na minimização desta defasagem. Entretanto, barreiras tecnológicas relacionadas à capacidade de armazenamento limitam o uso da energia solar a iluminação e funcionamento de aparelhos de baixa tensão (PALIT, 2013). Efeito oposto é visto em países desenvolvidos. Segundo Nieuwenhout (2001) até o ano de 2000 foram instaladas cerca de 1,3 milhões de sistemas solares nas residências, apoiados por programas de governo ou fornecidos por concessionárias de energia. Estes números poderiam ser mais expressivos se a renda familiar também não fosse outra barreira ao acesso a esta tecnologia (SIDIRAS; KOUKIOS, 2004).

Outro empecilho à adoção de fontes de energia renováveis em países desenvolvidos, em especial as fotovoltaicas, é a grande proporção de pessoas e famílias com idade superior a 65 anos. De acordo com Willis (2011) esta alteração demográfica coloca-se também como restrição a adoção de novas tecnologias de geração de energia, pois os mesmos não estão inclinados a modificarem seus hábitos e o modo como vivem.

3 METODOLOGIA

O presente artigo configura-se como exploratório-descritivo, cujo principal objetivo é analisar a produção científica acerca da temática Tecnologia Solar suportado pelo trabalho bibliométrico que dá suporte as análises de artigos publicados em periódicos ou bases científicas. Os artigos analisados foram extraídos do site *ISI Web of Knowledge* no mês de julho de 2016 consultando-se a base de dados *Social Sciences Citation Index (SSCI)* e *Social Science & Humanities (CPCI-SSH)* com a palavra chave “*Solar tech**”, entre os anos de 2000 a 2015, sendo identificados 1912 artigos.

Como critério para estabelecimento de uma faixa de corte optou-se pela escolha dos artigos que possuíam 20 ou mais citações (*citation index*). Com base nesta faixa de corte obteve-se 245 artigos. Após este primeiro filtro procedeu-se a leitura de todos os resumos e excluiu-se 87 artigos não pertinentes a temática Tecnologia Solar, restando apenas 158 artigos. Após os procedimentos iniciais, buscou-se a identificação de padrões e tendências de citações (WHITE; GRIFFITH, 1981; WHITE; MCCAIN, 1998; FERREIRA, 2011). Para a organização dos dados foram utilizados os softwares bibliométrico SciMAT v.1.1.4, e o Microsoft Excel 2007.

4 ANÁLISE DOS DADOS

O presente artigo usou o termo “*Solar Tech**” para a busca de trabalhos cuja abordagem seja relacionada às tecnologias. Percebeu-se que dentro deste conceito há diversas interpretações dentre as quais destacam-se os estudos relacionados a viabilidade econômica do uso da energia solar, as interferências das políticas públicas em sua expansão, o uso da tecnologia solar como meio de integração em zonas rurais, o avanço tecnológico no processo de conversão da luz solar, a tecnologia solar como fonte de energia sustentável e redução da emissão de CO₂, a aceitabilidade social ao uso de fontes renováveis e ao entendimento das

barreiras que colocam-se frente ao crescimento da matriz solar como futura fonte predominante.

Embora a gama de artigos analisados restrinja-se a apenas 158 artigos, o volume de publicações durante os anos de 2000 a 2015 foi considerado expressivo, considerando-se os 1912 artigos obtidos do site *ISI Web of Knowledge*. A Tabela 4.1 demonstra a distribuição dos 158 artigos relacionados na pesquisa cuja escolha foi balizada pelo número de citações, mínimo de 20, para composição da amostra de acordo com o tema pesquisado.

Tabela 4.1 – Volume de publicações por temática

Ranking	Áreas	Qtd	%
1	Viabilidade uso energia solar	62	31,5%
2	Interferência de Políticas Públicas	30	15,2%
3	Tecnologia Solar estado atual	26	13,2%
4	Tecnologias de Energia Renovável	20	10,2%
5	Barreiras para a difusão do uso de energia solar	14	7,1%
6	Uso da energia solar em áreas rurais	13	6,6%
7	Modelos Economicos direcionados relacionados ao uso de fontes energéticas	9	4,6%
8	Uso de energia renovável visando a redução de CO2	8	4,1%
9	Aceitabilidade Social ao uso de fontes de energias renováveis	6	3,0%
10	Incentivo público para adoção de Sistemas de energia solar em residências	5	2,5%
11	Incentivo público para o desenvolvimento de tecnologias de geração de energia renovável	4	2,0%

Fonte: *ISI Web of Knowledge* (2016).

Observou-se também que os maiores picos de publicações ocorreram entre os anos de 2009 a 2013, os cinco autores que mais se destacam são: Jacobson e Delucchi (2011), Branker, Pathak e Pearce (2011) e Solangi *et al.* (2011) que trabalharam com a temática da viabilidade do uso da energia solar; Johnstone, Hascic e Popp (2010) abordaram as interferências de políticas públicas; e Delucchi e Jacobson (2011) atuaram no entendimento das tecnologias de energias renováveis. A tabela 4.2 apresenta os quatro artigos mais citados em cada ano entre os selecionados para análise.

Figura 4.1 – Distribuição das Publicações entre os anos de 2009 à 2013

n = 525		n = 1066		n = 1677		n = 760		n = 511	
2009	Citações	2010	Citações	2011	Citações	2012	Citações	2013	Citações
Fthenakis, Mason e Zweibel	109	Johnstone, Hascic e Popp	210	Jacobson e Delucchi	245	Lilliestam, Bielicki e Patt	22	Bazilian I <i>et al.</i>	93
Sovacool	71	Abbott	104	Branker, Pathak e Pearce	239	Purohit	21	Hernandez-Moro e Martinez-Duart	57
Yoo e Kwak	67	Scarpa e Willis	101	Solangi <i>et al.</i>	188	Mitscher, Ruther	20	Zhang e He	40
Schilling e Esmundo	44	Wiginton, Nguyen e Pearce	77	Delucchi e Jacobson	158	Sovacool, D'Agostino e Bambawale	20	Moosavian <i>et al.</i>	39

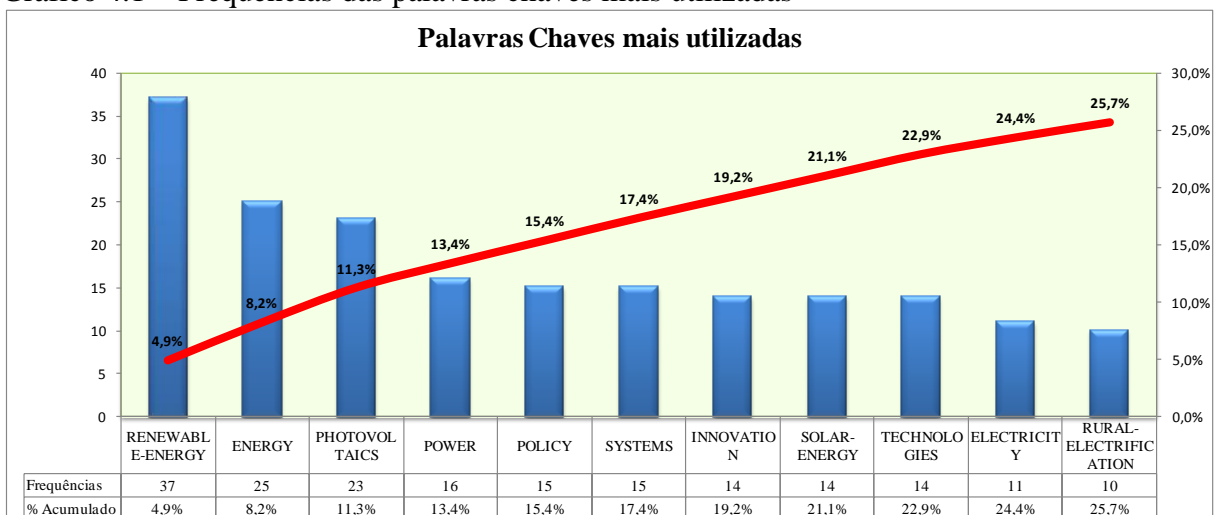
Fonte: *ISI Web of Knowledge* (2016).

Em relação às referências usadas entre os trabalhos selecionados, notou-se a existência de uma dispersão muito grande, pois se esperava uma concentração de citações que não se confirmou, demonstrando-se que a área de estudos é muito ampla e abrange diversas áreas. Nos 158 selecionados identificou-se 7022 referências e destas, apenas 31 foram citadas mais de cinco vezes representando apenas 0,44% do total de referências. Por outro lado, das 7022

referências 6453 foram citadas somente uma vez indicando um crescimento do interesse sobre o tema, em pesquisas e publicações.

O mesmo efeito ocorre quanto ao uso das palavras chaves. Entre os 158 artigos selecionados, foram utilizadas 755 palavras chaves para a identificação dos trabalhos, e contou-se que apenas 11 palavras foram usadas em mais de 10 artigos. O gráfico 4.1 apresenta a distribuição das frequências e o percentual acumulado em relação ao total das palavras chaves utilizadas.

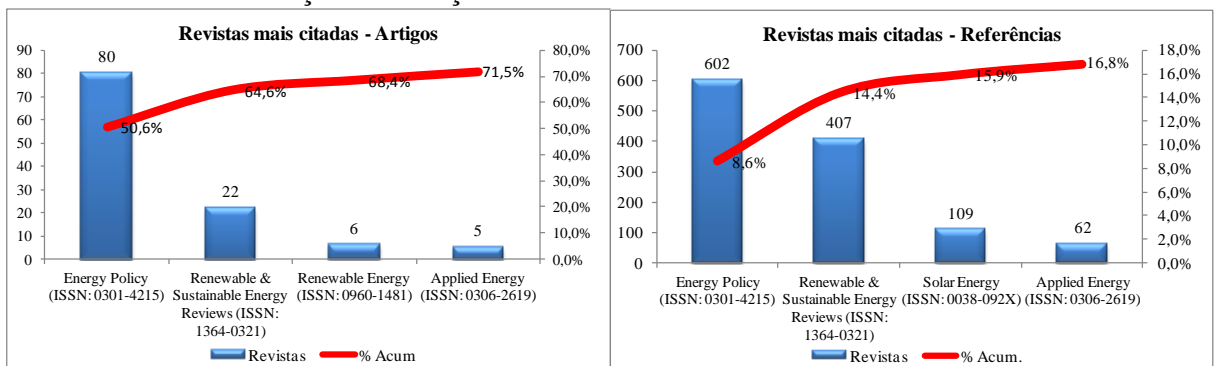
Gráfico 4.1 – Frequências das palavras chaves mais utilizadas



Fonte: Fonte: ISI Web of Knowledge (2016).

A esperada concentração ocorreu em relação aos periódicos utilizados pelos autores dos artigos selecionados e suas referências. Dos 158 artigos e 7022 referências analisadas 05 periódicos são responsáveis pela maioria das publicações, com destaque especial para o periódico *Energy Policy* que iniciou suas publicações no ano de 1973 chegando a 98 volumes em 43 anos de existência. O periódico *Energy Policy* possui alto valor de impacto em suas publicações (3,045) e índice JCR igual a 2,436, fazendo com que este periódico seja considerado um dos mais renomados do mundo. O gráficos 4.2 demonstram a distribuição das publicações entre os 05 periódicos identificados.

Gráfico 4.2 – Distribuição Publicações



Fonte: ISI Web of Knowledge (2016).

4 DISCUSSÃO DOS DADOS

É recorrente o questionamento sobre as matrizes energéticas atuais. Lund (2007), por exemplo, afirma que nas próximas décadas deverão ocorrer grandes mudanças nos processos de geração de energia, com destaque para as energias renováveis como fontes de geração (solar, eólica, biomassa e marítima), justificadas e motivadas pelas alterações climáticas e a transição para uma economia de baixo carbono. Esta transição evidencia a necessidade da formação e evolução de novos sistemas tecnológicos relacionados aos estoques de energia e sistemas de geração (JOHNSTONE, HASCIC; POPP, 2010) juntamente com a criação de políticas direcionadas ao fomento e viabilização destes investimentos (JACOBSSON; BERGEK, 2004).

Mesmo sendo nítida a importância destas novas matrizes, elas ainda sofrem grande resistência. De acordo com Jacobsson e Lauber (2006) existe uma verdadeira “batalha” entre instituições que defendem a adoção das energias renováveis contra uma linha que visualiza nas matrizes convencionais a viabilidade econômica, tal como ocorre com a Alemanha, cujo grupo defende os interesses das usinas nucleares e de carvão; e no Brasil que ainda têm em suas hidroelétricas a grande fonte geradora de energia (REGO; PARENTE, 2013).

A resposta à relutância de grupos políticos à adoção das fontes renováveis veio por meio dos estudos de Sims, Rogner e Gregory (2003). Em suas pesquisas, os autores compararam os custos das fontes tradicionais de geração de energia (carvão, nuclear) com fontes renováveis (solar, eólica, biomassa e marítima) juntamente com a avaliação da emissão de gases geradores do efeito estufa (CO₂), e concluíram que a maioria das fontes renováveis podem atingir custos competitivos a exemplo das fontes geradoras tradicionais reduzindo em até 15% a emissão de CO₂ caso as mesmas fossem adotadas em um espaço de tempo de dez anos.

Conclusão semelhante obteve Santoyo-Castelazo e Azapagic (2014), em seus estudos, onde os autores argumentam que o desenvolvimento de energias renováveis e sustentáveis são balizadas pelas dimensões ambientais, econômicas e sociais. Assim como Sims, Rogner e Gregory (2003) também compararam a evolução das fontes geradoras de energia no México utilizando 11 cenários diferentes compostos por 17 critérios até o ano de 2050. O resultado demonstrou que as fontes de energia tradicionais derivadas de combustíveis fósseis são insustentáveis devido ao alto custo e impactos ambientais; destacaram também que as fontes de energia renovável (eólica, solar, geotérmica e biomassa) são as mais viáveis levando-se em conta os cenários utilizados.

Deste modo pode-se associar o crescimento das energias renováveis à existência de políticas públicas. Segundo Johnstone, Hascic e Popp (2010, p.141) o apoio público ao crescimento de fontes de energia renováveis podem ocorrer de seis modos, são elas: Suporte a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D); Incentivos a investimento (subvenções, empréstimos a juros reduzidos); Incentivos Fiscais (depreciação acelerada); Incentivos Tarifários (tarifas *feed-in*¹); Programas voluntários; Contratos (garantia de mercado, cotas de produção) e Certificados Negociáveis.

¹ O sistema Feed-in consiste no pagamento de uma tarifa mais vantajosa para as centrais geradoras que utilizam fontes renováveis de energia, quando comparada com as fontes convencionais. O objetivo é viabilizar a implantação de tais empreendimentos, que possuem custos mais elevados de produção. (Nota Técnica nº 0043/2010-SRD/ANEEL)

5 CONCLUSÃO

A busca para o entendimento sobre a abrangência de uma temática, Tecnologia Solar como é o caso deste artigo, trazem algumas revelações que delinham pesquisas e indicam quais as principais obras seminais para o embasamento à condução de pesquisas, dissertações e teses de doutoramento. Nesta breve exploração descobriu-se que o tema tecnologia solar não trata apenas de si, mas abrange as questões de sustentabilidade, viabilidade técnica/econômica, aceitação da sociedade, impactos ambientais, desenvolvimento tecnológico, políticas públicas, incentivos fiscais e fomentação à pesquisa e desenvolvimento.

Embora a quantidade de artigos analisados seja relativamente pequena, 158 após todas as etapas de depuração, se obteve 7022 referências datadas de 1776 a 2015, e mesmo adotando-se uma amplitude de apenas 15 anos entre as datas das publicações analisadas não se encontrou concentração significativa de citações que permitissem a análise de co-citação proposta por MacCain (1998).

Dentro do período pesquisado, 2000 a 2015, o período de grande publicação foram entre os anos de 2009 a 2013, e os autores mais citados foram Fthenakis, Mason e Zweibel (2009) com o trabalho “*The technical, geographical, and economic feasibility for solar energy to supply the energy needs of the US*”, Johnstone, Hascic e Popp (2010) com o trabalho “*Renewable Energy Policies and Technological Innovation: Evidence Based on Patent Counts*”, Jacobson e Delucchi (2011) com o trabalho “*Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials*”, Lilliestam, Bielicki e Patt (2012) com o trabalho “*Comparing carbon capture and storage (CCS) with concentrating solar power (CSP): potentials, costs, risks, and barriers*” e Bazilian *et al.* (2013) com o trabalho “*Re-considering the economics of photovoltaic power*”.

A concentração esperada entre os autores citados nas referências ocorreram com as fontes de publicação (periódicos). Cinco revistas concentram os trabalhos mais relevantes dentro da base *ISI Web of Knowledge*, são elas: *Energy Policy* (ISSN: 0301-4215), *Renewable & Sustainable Energy Reviews* (ISSN: 1364-0321), *Renewable Energy* (ISSN: 0960-1481), *Applied Energy* (ISSN: 0306-2619) e *Solar Energy* (ISSN: 0038-092X). Juntas estas revistas são responsáveis pelas publicações de 71,5% dos artigos selecionados e 16,8% das referências citadas.

As principais dificuldades encontradas para a composição deste artigo foram com problemas na padronização das citações, e para trabalhos futuros bibliométricos sugere-se um trabalho de exploração mais profunda em cada uma das revistas mais citadas.

REFERÊNCIAS

- Bagnall, D. M.; Boreland, M. Photovoltaic technologies. **Energy Policy**, v. 36, n. 12, p. 4390-4396, Dec 2008.
- Bazilian, M. et al. Re-considering the economics of photovoltaic power. **Renewable Energy**, v. 53, p. 329-338, May 2013.
- Chen H.; Cong, TN.; Yang, W.; Tan, C., Li, Y.; Ding, Y. Progress in electrical energy storage system: a critical review. **Progress in Natural Science**, v. 19, p. 291–312, 2009.
- Dale, M.; Benson, S. M. Energy Balance of the Global Photovoltaic (PV) Industry - Is the PV Industry a Net Electricity Producer? **Environmental Science & Technology**, v. 47, n. 7, p. 3482-3489, Apr 2013.

- Dincer, I. Renewable energy and sustainable development: a crucial review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 4, p. 157-175, 2000.
- Ferreira, M.P. A bibliometric study on Ghoshal's managing across borders, **Multinational Business Review**, v. 19, n. 4, p. 357-375, 2011.
- IEA. Internacional Energy Agency. **Key Word Energy Statistics**. v. 1, p. 1-81, 2015.
- Jacobsson, S.; Bergek, A. Transforming the energy sector: the evolution of technological systems in renewable energy technology. **Industrial and Corporate Change**, v. 13, n. 5, p. 815-849, Oct 2004.
- _____; Lauber, V. The politics and policy of energy system transformation - explaining the German diffusion of renewable energy technology. **Energy Policy**, v. 34, n. 3, p. 256-276, Feb 2006.
- Johnstone, N.; Hascic, I.; Popp, D. Renewable Energy Policies and Technological Innovation: Evidence Based on Patent Counts. **Environmental & Resource Economics**, v. 45, n. 1, p. 133-155, Jan 2010.
- Karekezi, S. Renewables in Africa - meeting the energy needs of the poor. **Energy Policy**, v. 30, n. 11-12, p. 1059-1069, Sep 2002.
- Lewis, N. S. Toward cost-effective solar energy use. **Science**, v. 315, n. 5813, p. 798-801, Feb 2007.
- Lund, H. Renewable energy strategies for sustainable development. **Energy**, v. 32, n. 6, p. 912-919, Jun 2007.
- Luo, X.; Wang, J.; Dooner, M.; Clarke, J. Overview of current development in electrical energy storage technologies and the application potential in power system operation. **Applied Energy**, v. 137, p. 511-536, 2015.
- Makansi, J.; Abboud J. Energy storage: the missing link in the electricity value chain-An ESC White Paper. **Energy storage Council**, p. 1-23, 2002.
- Nieuwenhout, F. D. J. et al. Experience with solar home systems in developing countries: A review. **Progress in Photovoltaics**, v. 9, n. 6, p. 455-474, Nov-Dec 2001.
- Omer, A.M. Energy, environment and sustainable development. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 12, p. 2265-2300, 2008.
- Palit, D. Solar energy programs for rural electrification: Experiences and lessons from South Asia. **Energy for Sustainable Development**, v. 17, n. 3, p. 270-279, Jun 2013.
- Rego, E.E.; Parente, V. Brazilian experience in electricity auctions: Comparing outcomes from new and old energy auctions as well as the application of the hybrid Anglo-Dutch design. **Energy Policy**, v. 55, p. 511-520, 2013.
- Santoyo-Castelazo, E.; Azapagic, A. Sustainability assessment of energy systems: integrating environmental, economic and social aspects. **Journal of Cleaner Production**, v. 80, p. 119-138, Oct 2014.
- Sidiras, D. K.; Koukios, E. G. Solar systems diffusion in local markets. **Energy Policy**, v. 32, n. 18, p. 2007-2018, Dec 2004.
- Sims, R. E. H.; Rogner, H. H.; Gregory, K. Carbon emission and mitigation cost comparisons between fossil fuel, nuclear and renewable energy resources for electricity generation. **Energy Policy**, v. 31, n. 13, p. 1315-1326, Oct 2003.

Tseng, F. M. et al. Using patent data to analyze trends and the technological strategies of the amorphous silicon thin-film solar cell industry. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 78, n. 2, p. 332-345, Feb 2011.

Tsoutsos, T.; Frantzeskaki, N.; Gekas, V. Environmental impacts from the solar energy technologies. **Energy Policy**, v. 33, n. 3, p. 289-296, Feb 2005.

White, D.; McCain, K. Visualizing a discipline: An author co-citation analysis of information science, 1972–1995. **Journal of the American Society for Information Science**, vol. 49, p. 327–355, 1998.

White, H.; Griffith, B. Author co-citation: a literature measure of intellectual structure. **Journal of the American Society for Information Science**, vol. 32, p. 163-171, 1981.

Willis, K. et al. Renewable energy adoption in an ageing population: Heterogeneity in preferences for micro-generation technology adoption. **Energy Policy**, v. 39, n. 10, p. 6021-6029, Oct 2011.