



Estudos prospectivos do biogás: uma fonte de energia para o desenvolvimento sustentável

Maria Helena Alves Feitosa *

helenaifpi@gmail.com

Luma Brisa Pereira dos Santos *

lumabrisa3@gmail.com

Rayna Relane de Souza Teixeira *

relanerayna@gmail.com

João Victor da Silva Santos *

silva.joaovictorphb.12@gmail.com

Danilo da Costa Franco **

danilloalmirante@gmail.com

Haroldo Luis Sousa Neres ***

haroldoneres@gmail.com

RESUMO

O presente artigo consiste em uma prospecção tecnológica sobre a utilização do biogás como fonte de energia sustentável para reduzir os impactos ambientais causados pela escassez de energias não renováveis, realizados nas bases de patentes INPI, USPTO e EPO e nas bases de artigos Web of Science e Scopus. Os resultados alcançados revelam que nos anos iniciais de 1980 a 1985 19 patentes publicadas e de 2010 a 2016, 59 patentes na base de patente brasileira INPI, no qual o país que possui maior número de publicações é a Alemanha com 18 publicações e resultados superiores para a base de patente americana (USPTO) e europeia (EPO). Já na base de dados de publicações de artigos, observou-se que no período de 2010 a 2016 foram publicados 2.586 artigos sobre o biogás na Web of Science, uma vez que a Alemanha publicou 490 artigos entre 1980 a 2016, enquanto que na Scopus observou um crescimento com 4.811 publicados com a China liderando com 1127 artigos publicados sobre o biogás como fonte alternativa de energia renovável e sustentabilidade.

Palavras-chave: Biogás. Prospecção. Energia renovável.

ABSTRACT

The present article consists of a technological prospection on the use of biogas as a sustainable energy source to reduce the environmental impacts caused by the scarcity of nonrenewable energies, carried out in the INPI, USPTO and EPO patent bases and on the basis of articles Web of Science and Scopus. The results show that in the initial years 1980 to 1985 19 patents were published and from 2010 to 2016, 59 patents in the Brazilian INPI patent database, in which the country with the highest number of publications is Germany with 18 publications and higher results for the American (USPTO) and European (EPO) patent base. In the database of publications of articles, it was observed that in the period from 2010 to 2016, 2,586 articles on biogas were published in the Web of Science, since Germany published 490 articles between 1980 and 2016, while in Scopus it observed a growth with 4,811 published with China leading with 1127 articles published on biogas as an alternative source of renewable energy and sustainability.

Keywords: Biogas. Prospection. Renewable energy.

* Graduandos do Curso de Licenciatura em Química do IFPI – Campus Parnaíba

** Graduado em Licenciatura em Química pelo IFPI – Campus Parnaíba

*** Professor Doutor do Curso de Licenciatura em Química do IFPI – Campus Parnaíba



1 INTRODUÇÃO

A proteção do meio ambiente é essencial para a sobrevivência dos seres vivos e harmonia no planeta. A ação do homem, de forma desordenada e inconsequente, tem prejudicado e muito o meio ambiente. Segundo Simioni (2006), a preocupação com o meio ambiente e as mudanças climáticas tem aumentado e alavancado debates no globo inteiro. Os governos estão promovendo, ou tentando promover, políticas públicas voltadas à proteção do meio ambiente e ao mesmo tempo para desenvolvimento de matrizes energéticas limpas e renováveis, visto que os combustíveis fósseis poluem e são fontes de energia não renovável, além de aumentarem a concentração de gases do efeito estufa na atmosfera.

Ainda segundo o autor citado anteriormente, as energias renováveis têm sido apontadas como principal proposta para substituição do uso desses combustíveis que não são renováveis e ainda poluem bastante o meio ambiente. Energia renovável é conceituada como aquela que se renova espontaneamente ou artificialmente, e são consideradas fontes limpas pelo fato de que não lançam poluentes na atmosfera e apresentam impacto na natureza apenas onde é instalada a usina.

Várias fontes de energia renovável são amplamente conhecidas pela sociedade, como energia solar, eólica, geotérmica, hidráulica, nuclear, biomassa, entre outros. No entanto, alguns tipos ainda não são amplamente produzidos, como por exemplo, o biogás. De acordo com Cunha Junior e Giacaglia (2018), o biogás é obtido através da decomposição anaeróbia de matéria orgânica, presentes abundantemente no nosso cotidiano, pela ação de bactérias.

Como o nome sugere, o biogás é encontrado na forma gasosa e sua composição varia de acordo com o material utilizado na decomposição. Amaral (2004) destaca que o biogás é composto por dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄), além de outros em baixíssimas concentrações, sendo o CO₂ e o CH₄ os mais importantes gases de efeito estufa (GEE).

A produção de energia utilizando biogás tem se tornado cada vez mais essenciais para o e melhoramento das condições de vida no planeta e o desenvolvimento de pesquisas nessa área se tornam imprescindíveis. Com isso, é de suma importância verificar quais são os países que mais publicam sobre o biogás, como o número de pesquisas sobre biogás depositadas nas bases de patentes se alteram a cada ano e quais as possíveis causas dessas variações.

Diante isso, a pesquisa propôs um estudo prospectivo nas bases de dados depositadas no Escritório Europeu de Patentes (EPO), no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), no Escritório Norte-americano de Marcas e Patentes (USPTO), na Web of Science e



na Scopus para analisar o número de publicações de pesquisas relacionadas ao biogás por ano e também por países que mais utilizam essa energia. Com isso, investigar as possíveis variações no número de publicações anuais e por país produtor, e assim comparar o aumento, o decréscimo no número de publicações nas bases pesquisadas com fatores históricos, sociais e econômicos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O século XX foi marcado por um grande desenvolvimento científico e tecnológico, e esses por sua vez são baseados em diferentes fontes de energia, sendo uma delas o petróleo, o qual é uma fonte de energia não renovável, porém largamente utilizada. O combustível, bem como diversos outros produtos químicos presentes no dia a dia da população fazem parte das atribuições do petróleo, contudo o alto consumo gera consequências ambientais e econômicas a população mundial (MOTA *et al.*, 2009).

As fontes de combustíveis fósseis além do petróleo, tais como o carvão e o gás natural, possuem grande capacidade energética, no entanto, por serem não renováveis apresentam uma limitação quanto a sua quantidade e viabilidade sustentável para o planeta, uma vez que ele não possui grande capacidade em absorver os gases provenientes da combustão dessas fontes energéticas (MOTA *et al.*, 2009).

O consumo intensivo de fontes não renováveis de energia tem proporcionado, além da preocupação contínua de esgotamento, a emissão de gases tóxicos e poluentes. Dos gases liberados para a atmosfera, os mais preocupantes do ponto de vista mundial são os “gases do efeito estufa”, em destaque o CO₂ (FREITAS; DATHEIN, 2013). A diminuição destes recursos naturais e o aumento da emissão de dióxido de carbono levam consequências a nível mundial, como o aquecimento global, chuva ácida, destruição da camada de ozônio, fauna e flora. Esses são alguns dos efeitos dos processos atualmente disponíveis para a geração de energia através de fontes não renováveis (PUCRS, 2010).

Diante da necessidade de obter-se energia, bem como da preservação ambiental, surgem as possibilidades quanto as fontes energéticas renováveis. Isso implica em diferentes possibilidades como produção de energia a partir de matéria orgânica natural, biomassa, ventos (eólica), sol (solar), dentre outras (PACHECO, 2006). No entanto, tais fontes de energia apresentam algumas desvantagens, sendo elas de aspectos ambientais, econômicas e até mesmo culturais. O Quadro 1, adaptado de Santos *et al.* (2015), apresenta vantagens e desvantagens das principais fontes de energias renováveis e não renováveis utilizadas na produção de energias renováveis.

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens de fontes de energia renováveis e não renováveis.

Tipo de fonte	Hidrelétrica	Eólica	Solar	Biomassa sustentável	Gás Natural	Carvão Mineral
Renovável	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Vantagens	A lagoa proporciona água para irrigação; facilita o transporte fluvial.	Inesgotável; não emite gases poluentes; Baixo custo de manutenção.	Inesgotável; não emite gases poluentes; Baixo custo de manutenção.	Baixo risco ambiental; termelétrica sem emissão de dióxido de enxofre (SO ₂); Baixo custo de aquisição.	Ininterrupto; O gás pode ser liberado na atmosfera em caso de vazamento; pouco poluente.	Mineral abundante; alta eficiência energética.
Desvantagens	Destruição da vegetação ciliar e cultura local com a barragem; Assoreamento dos rios; Deslocamento da população ribeirinha.	Considerável impacto visual; é uma fonte intermitente; Causa impacto sonoro; pode causar morte da avifauna	Depende das condições climáticas; Baixa eficiência de armazenagem; intermitente.	Emite dióxido de carbono (CO ₂); Baixa eficiência de armazenagem.	Alto risco de incêndio e explosões; em caso de acidente, há liberação de monóxido de carbono (CO) altamente tóxico.	Contribui para a formação das chuvas ácidas; promove acidez na drenagem; alto custo de transporte.

Fonte: Adaptada de Santos *et al.* (2015).

Legenda: quadro relacionando energias renováveis e não renováveis mais utilizadas de acordo com suas vantagens e desvantagens

Dentre as fontes de energia supracitadas tem-se a biomassa, a qual segundo Pacheco (2006, p. 06) “é a energia química produzida pelas plantas na forma de hidratos de carbono através da fotossíntese e como combustível pode ser feita na sua forma bruta ou através de seus derivados: madeira, produtos e resíduos agrícolas”. E incluso as possibilidades presentes a ela tem-se o biogás que é amplamente utilizado como fonte de energia.

O biogás é constituído por uma grande fração de gás metano (CH₄), que quando jogado na atmosfera manifesta um potencial de poluição 21 vezes superior ao CO₂, em relação ao efeito estufa, sendo que sua utilização na produção de energia leva a uma diminuição do potencial de poluição ambiental (COELHO *et al.*, 2006).

A fabricação de biogás está diretamente relacionada com o meio rural, pois os insumos necessários para sua produção são encontrados em larga escala no campo. A matéria orgânica proveniente de resíduos agrícolas, florestais e agropecuários como esterco e outras matérias-primas são exemplos de fontes para a obtenção do biogás que são produzidas como subproduto da atividade no campo (AVACI *et al.*, 2013).

3 METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado mediante uma prospecção tecnológica que segundo Kupfer e Tigre (2004), consiste no mapeamento de forma sistemática dos futuros avanços tecnológicos e científicos que tenham impactos significativos na indústria, na economia, e na sociedade como um todo.

A pesquisa ocorreu por meio de uma busca de artigos nas bases dos periódicos Web of Science e Scopus e de patentes nas bases Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), Escritório Europeu de Patentes (EPO) e no Escritório Norte-americano de Marcas e Patentes (USPTO).

Inicialmente, foi feito uma busca pela palavra-chave biogás na base de patentes nacional, INPI. Posteriormente, buscou-se a palavra-chave biogás nas patentes internacionais EPO e USPTO, todas em um intervalo de tempo de 1980 a 2016, com vistas a verificar o crescimento ou decréscimo das pesquisas relacionadas a produção de biogás.

Em seguida, buscou-se a palavra biogás nas bases dos periódicos Web of Science e Scopus com o objetivo de investigar a produção de artigos científicos relacionados a temática no intervalo de tempo e visualizar os países que mais se destacaram na publicação de artigos sobre o biogás, sendo eles Brasil, Estados Unidos, Indonésia, Argentina, Japão, Holanda, China, França, Canadá e Alemanha. Logo adiante, realizou-se uma busca pelas patentes desenvolvidas por cada país nas bases INPI, EPO e USPTO.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

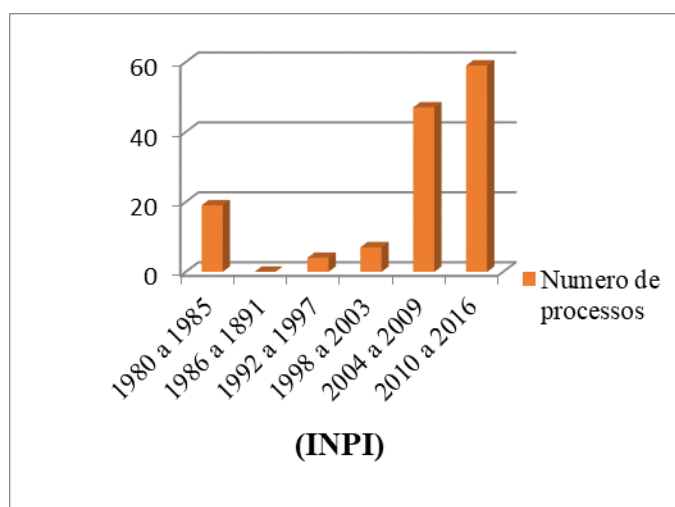
4.1 Base de patente INPI

A base de patente Brasileira, INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial) revela uma quantidade de patentes publicadas relativamente altas entre os anos 1980 a 1985 (19 patentes) comparado aos intervalos de 1986 a 1997 (4 patentes) que apresenta o menor percentual destes em relação aos demais, no qual podemos observar um crescimento expressivo entre 2004 a 2009 (47 patentes) e 2010 a 2016 (59 patentes), como mostra a Figura 1. Esse aumento dos primeiros anos justifica-se que até a década de 1950 o uso de energias fósseis, mais especificamente, o petróleo, era destaque mundial para a economia, uma vez que essa fonte de energia não renovável permitiu uma evolução na economia dos países desenvolvidos, com isso Farias e Sellitto (2011) afirmam que diversos fatores influenciam na escolha e desenvolvimento de energias como disponibilidade de recursos, interesses

comerciais, preservação do meio ambiente além do incremento e domínio de novas tecnologias.

Diante disso, a partir dos anos de 1970, chegou à crise do petróleo que impactou a matriz energética não renovável, começaram as investigações avançadas para substituir esta fonte por energias renováveis para continuar evoluindo economicamente e minimizando a agressão ao planeta (BRASIL, 2018). Dessa forma, o colapso energético provocado pela crise do petróleo impacta diretamente a economia dos países desenvolvidos, surgindo a inserção de fontes de energias renováveis.

Figura 1- Pesquisa por ano com a palavra no título BIOGAS da base de patente INPI.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2018

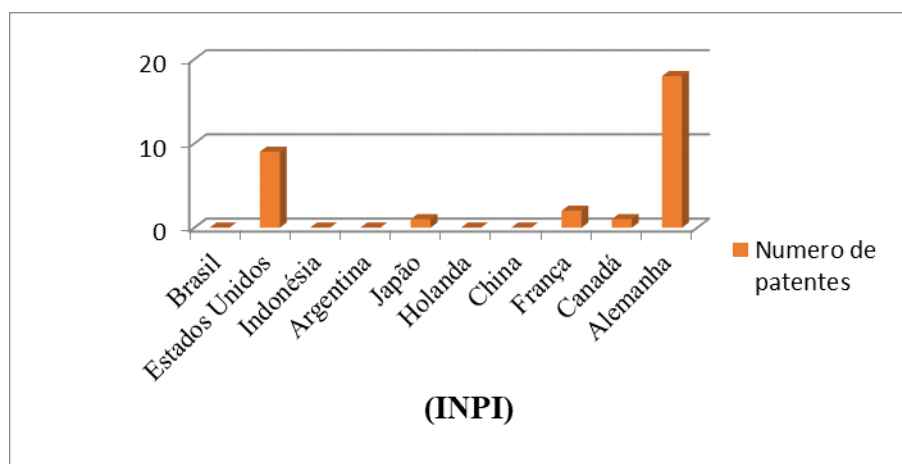
Legenda: Gráfico referente aos resultados obtidos na busca de patentes sobre o biogás na base nacional INPI no período de 1980 a 2016.

Com isso, acredita-se que o número de patentes nesta base foi significativo devido ao avanço tecnológico pós-revolução industrial e a fim de divulgar o biogás como fonte de energia renovável para a economia do mundo. Por outro lado, o decréscimo presente em aproximadamente três décadas após os anos de 1985 podem também ser justificados por uma insuficiência produtiva do biogás, pois mesmo este sendo uma fonte renovável de energia se faz necessário ter um ambiente adequado e aumento da fonte primária para suprir a demanda, uma vez que para Karlsson *et al.* (2014), a partir dos anos 1980, os processos de digestão anaeróbia e os aterros estavam em más condições por falta de espaços adequados, no qual a produção de biogás foi favorecida nesse intervalo de tempo, na China e na Índia, utilizando resíduos de indústrias alimentícias e em restaurantes.

Além disso, na Figura 2, pode-se observar que no intervalo de tempo supracitado, os países que mais se destacaram na publicação de patentes foram os Estados Unidos (9 patentes) e a Alemanha (18 patentes), no qual esse resultado confirma o pioneirismo da

Alemanha em desenvolver fontes de energias renováveis, no qual esse país desenvolve políticas ambientais com eficácia ao desenvolver estratégias que promovam a sustentabilidade e economia do país fazendo uso de recursos tecnológicos. Além disso, podemos observar que o Brasil apresenta (0 patentes) em sua própria base de patentes, aparecendo em uma posição questionável, no qual atribui-se esse resultado ao pouco investimento em tecnologia e políticas públicas ambientais para desenvolver energias alternativas (ROHSTOFFE, 2010).

Figura 2 – Base de patente por Países no INPI.



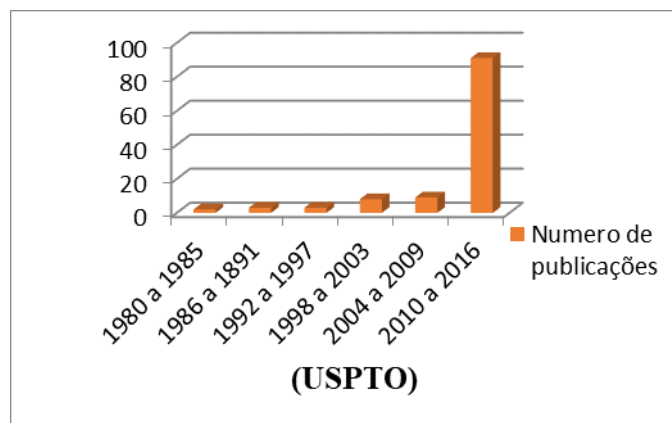
Fonte: Dados da Pesquisa, 2018

Legenda: Gráfico referente aos resultados obtidos na busca de patentes por país sobre o biogás na base nacional INPI.

4.2 Base de patente USPTO

A base de patente Americana revela um maior número de publicações entre os anos de 2010 a 2016 (91 patentes), como mostra a Figura 3. Porém, observa-se que em meados dos anos 1980 ao início do século XXI não haviam publicações de patentes relacionadas ao biogás no USPTO, essa informação presume que houve pouca tendência de energias renováveis voltado para biomassa nos Estados Unidos.

Figura 3 – Base de patente por ano no USPTO.



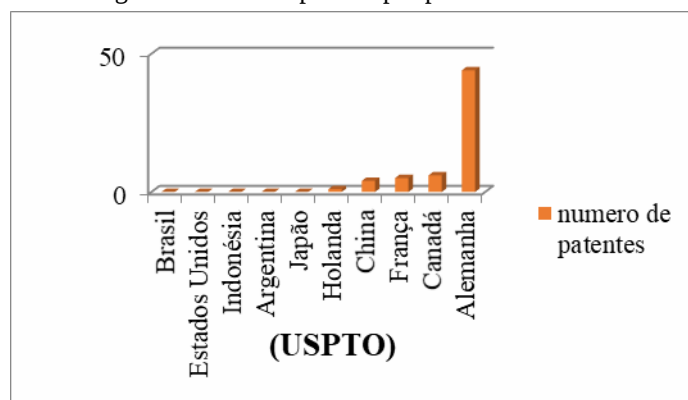
Fonte: Dados da Pesquisa, 2018

Legenda: Gráfico referente aos resultados obtidos na busca de patentes sobre o biogás na base americana USPTO no período de 1980 a 2016.

Uma vez comparado esses resultados com aqueles encontrados no INPI, desde o princípio houve desenvolvimento tecnológico voltado para a temática abordada, no qual justifica-se pelas características diferentes entre as patentes, sendo que a base de patente INPI é uma autarquia federal de um país em desenvolvimento, enquanto que a base de patente USPTO é de um país desenvolvido. Assim, no INPI, os países de diferentes regiões do mundo investem suas altas tecnologias para “[...] a identificação de tecnologias alternativas e emergentes e de tendências do mercado, auxiliando na tomada de decisão de investimentos e oportunidades” (REIS et al., 2016).

Além disso, observamos que a Alemanha (44 patentes) também é destaque em publicação de patentes na base americana USPTO como indica a Figura 4.

Figura 4 – Base de patente por país no USPTO.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2018

Legenda: Gráfico referente aos resultados obtidos na busca de patentes por país sobre o biogás na base americana USPTO.

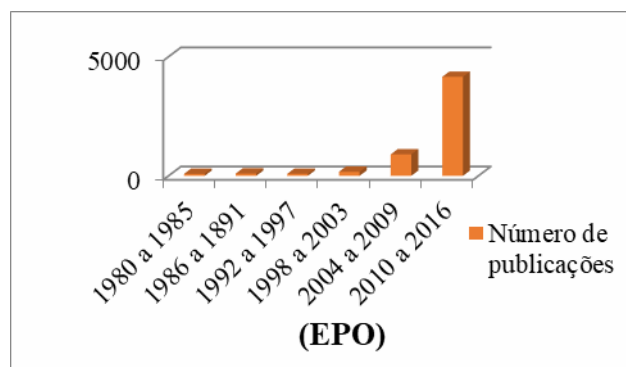
4.3 Base de patente EPO

Na base de patente Europeia os resultados foram significativos comparando ao desenvolvimento tecnológico das demais, no qual nos anos iniciais de 1980 o número de publicações foi de 84 patentes, enquanto que no intervalo de 2010 a 2016 aumentou para 4.158 patentes. Esse resultado revela o quanto os países europeus investem em tecnologia voltada para a sustentabilidade ambiental com o desenvolvimento de pesquisas e estratégias para equilibrar os impactos ambientais, bem como os fatores econômicos.

Farias e Sellitto (2011) salientam que as crises que recaem sobre o preço do petróleo incentivam políticas governamentais para o desenvolvimento de novas fontes energéticas como a eólica e biocombustíveis as quais contemplam também benefícios socioambientais, e

com isso observa-se que na Figura 5, desde os anos 80 o crescimento é contínuo sem regressos.

Figura 5 – Base de patente por ano na EPO.



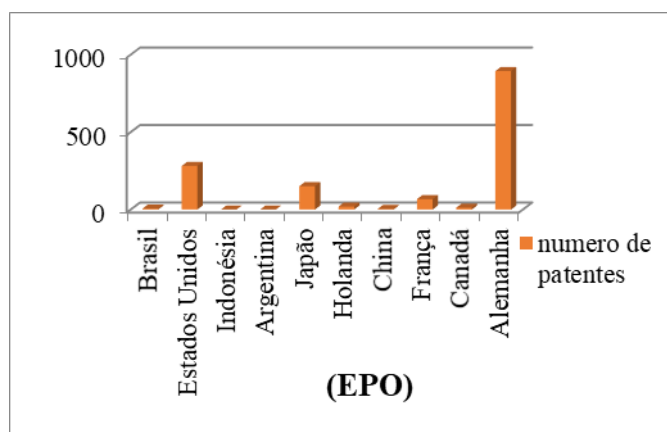
Fonte: Dados da Pesquisa, 2018

Legenda: Gráfico referente aos resultados obtidos na busca de patentes sobre o biogás na base europeia EPO no período de 1980 a 2016.

Além disso, a Alemanha (894 patentes) se destaca novamente com o maior número de publicações de sua própria base, no qual pode-se visualizar na Figura 6, os Estados Unidos aparecem como o segundo maior em publicações, 282 patentes, enquanto que o Brasil surge com 6 publicações.

Com isso, observa-se que os países desenvolvidos e em desenvolvimento produzem inovações sustentáveis, no qual mostra o melhor resultado do Brasil na base europeia, já que possui tecnologia de ponta para investir na aplicação de projetos alternativos de energias renováveis a fim de preservar a matriz energética. Além disso, esse processo de economizar as fontes de energias não renováveis por renováveis estabelece desafios para a sociedade que motiva o avanço de pesquisas para alcançar energias renováveis em tempo viável para o atual modelo de desenvolvimento mundial diante de futuros colapsos energéticos, bem como buscar estratégias para o destino de resíduos recicláveis das ações humanas (BRASIL, 2018).

Figura 6 – Base de patente por país na EPO.



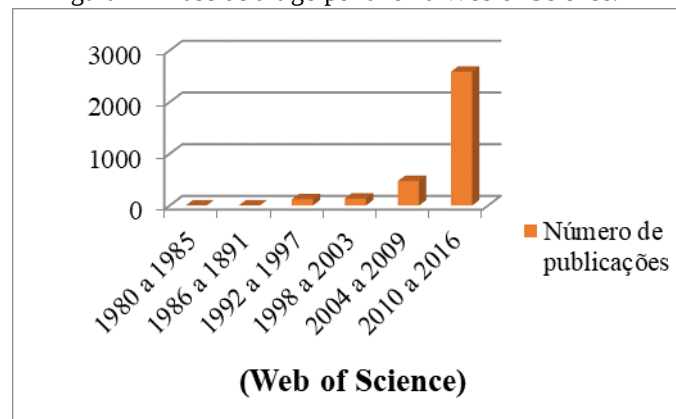
Fonte: Dados da Pesquisa, 2018

Legenda: Gráfico referente aos resultados obtidos na busca de patentes por país sobre o biogás na base europeia EPO.

4.4 Base de artigo no periódico Web Of Science

Na base de artigos Web of Science houve um aumento expressivo de publicações entre os anos de 2010 a 2016 (2.586 artigos), indicado na Figura 7, na qual observa-se que de forma geral, o número de publicações de artigos em relação ao número de patentes cresce no mesmo sentido, revelando que tanto para o desenvolvimento de pesquisa científica como para produtos com aplicação tecnológica seguem o mesmo princípio de desenvolvimento político, econômico, ambientais e sociais.

Figura 7 – Base de artigo por ano na Web of Science.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2018

Legenda: Gráfico referente aos resultados obtidos na busca de artigos científicos sobre o biogás na base de dados Web of Science no período de 1980 a 2016.

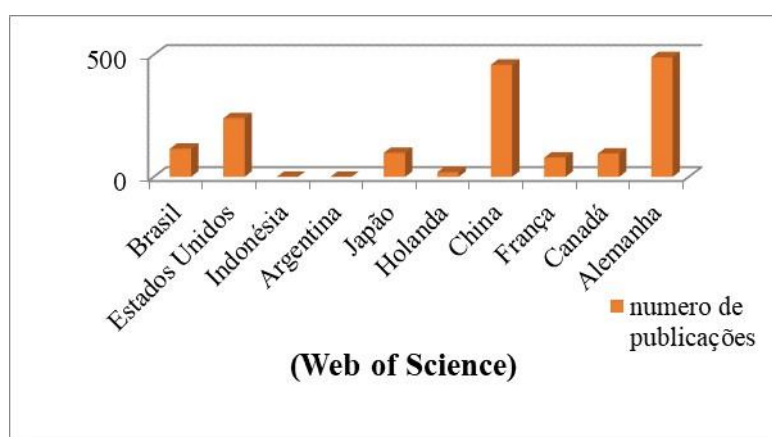
De acordo com a Figura 7, observa-se ainda que ocorreu um breve aumento na produção de artigos científicos a partir do ano de 1992, intensificando-se no ano de 2016, fato que pode ser explicado pela necessidade de novas fontes de energias que reduzam os impactos ambientais, de modo que promovam um desenvolvimento sustentável, termo que surgiu em 1987 na Comissão de Brundtland, sendo definido como uma forma de desenvolvimento que tem como objetivo a satisfação das necessidades presentes sem comprometer as gerações futuras.

Eventos como a Conferência das Nações Unidas para o meio ambiente e desenvolvimento que ocorreu no Rio de Janeiro em 1992, também conhecida como Rio 92, que teve como resultado a criação da Carta Terra com 27 princípios com vistas a subsidiar as ações de países signatários, bem como a formulação e assinatura do protocolo Kyoto em 1997; A conferência Rio +10 no ano de 2002; A conferência Rio +20 no ano de 2012, dentre

outros, impulsionaram o desenvolvimento de pesquisas científicas com essa temática (NASCIMENTO, 2012).

Já por país, na Figura 8, os resultados são semelhantes aos das bases de patentes, uma vez que a Alemanha (490 artigos) é campeã na publicação de artigos no periódico Web of Science, seguido por um destaque significativo da China (459 artigos) e Estados Unidos (240 artigos). Além disso, o Brasil possuía 115 artigos publicados sobre o biogás, esse resultado demonstra que os brasileiros e chineses são mais produtivos com pesquisas científicas do que produção tecnológica.

Figura 8 – Base de artigo por país na Web of Science.



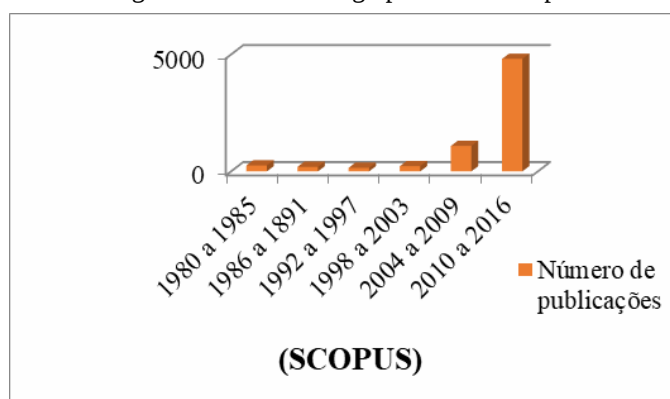
Fonte: Dados da Pesquisa, 2018

Legenda: Gráfico referente aos resultados obtidos na busca de artigos científicos por país sobre o biogás na base de dados Web of Science.

4.5 Base de artigo no periódico Scopus

Na Figura 9, observa-se um maior número de publicações nesta base de dados entre os anos de 2010 a 2016 foi de 4811 artigos publicados sobre o biogás. No que se refere a essa mesma base por país, a Figura 10 mostra a China (1127 artigos) com um número de produção científica elevada comparando com a Web of Science.

Figura 9 – Base de artigo por ano na Scopus.

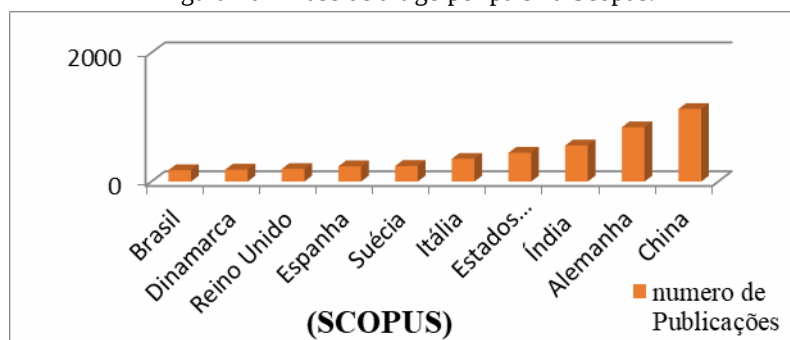


Fonte: Dados da Pesquisa, 2018

Legenda: Gráfico referente aos resultados obtidos na busca de artigos científicos sobre o biogás na base de dados SCOPUS no período de 1980 a 2016.

Além disso, observa-se que o Brasil aparece com um total de 176 artigos publicados na Scopus, mostrando melhores resultados comparados aos da Web of Science, enquanto que a Alemanha surgia liderando tanto em publicações de patentes nas três bases de patentes quanto na Web of Science ocupa na Scopus a segunda colocação, com um total de 843 artigos publicados sobre o biogás.

Figura 10 – Base de artigo por país na Scopus.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2018

Legenda: Gráfico referente aos resultados obtidos na busca de artigos científicos por país sobre o biogás na base de dados SCOPUS.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude da abordagem teórica apresentada, bem como dos resultados alcançados do número de patentes e artigos publicados sobre o biogás, atribui-se a Alemanha como um dos países que mais investem em tecnologia para fins de sustentabilidade do meio ambiente. Além disso, foi possível observar que das três bases de patentes analisadas INPI, USPTO e EPO, essa última apresentou maior número de publicações, no qual infere-se que este resultado é característico do perfil de países europeus como investidores em tecnologia e ciência para o desenvolvimento econômico e ambiental.

Já em relação à Web of Science e Scopus observa-se um número intermediário de publicações de artigos comparando com patentes, uma vez que esperava-se maiores número resultados para produção de artigos, no qual mostra que os brasileiros e chineses investem mais em desenvolvimento de produção científica, enquanto que países como a Alemanha e Estados Unidos lideram os resultados tanto com publicações de patentes quanto de artigos referentes ao biogás.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, F. L. M. do. **Biodigestão anaeróbia dos resíduos sólidos urbanos: um panorama tecnológico atual**. 2004. 108f. Dissertação (Mestre em Tecnologia Ambiental) -Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), São Paulo, 2004.
- AVACI, A. B.; SOUZA, S. N. M.; NOGUEIRA, CHAVES, L. I.; C. E. C.; NIEDZIALKOSKI, R. K.; SECCO, D. Avaliação econômico-financeira da microgeração de energia elétrica proveniente de biogás da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 17, n. 4, p. 456-462, 2013.
- BRASIL. **Aproveitamento energético do biogás**. ER – BR Energias Renováveis – Parque Industrial Kiugo Takata – CEP 86042-280 - Londrina PR, 2018.
- COELHO, S. T.; VELÁZQUEZ, S. M. G.; SILVA, O.C.; ABREU, F. C. **Geração de Energia Elétrica a partir do Biogás Proveniente do Tratamento de Esgoto Utilizando um Grupo Gerador de 18 kW**. V Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 31 de maio a 2 julho de 2006, Brasília – D.
- CUNHA, R. R.; JUNIOR, E. G.; GIACAGLIA, C. P. Desenvolvimento de sistema de controle e automação de gasômetro para quantificação e armazenamento de biogás. **Revista Ciências Exatas**, v. 24, n. 1, p. 1-9, 2018.
- FARIAS, L. M.; SELLITTO, M. A. Uso da energia ao longo da história: evolução e perspectivas futuras. **Revista Liberato**, v. 12, n. 17, p. 01-106, 2011.
- FREITAS, G. C.; DATHEIN, R. As energias renováveis no Brasil: uma avaliação acerca das implicações para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental. **Revista Nexos Econômicos**, v. 7, n. 1, p. 71-94, 2013.
- KARLSSON, T. *et al.* **Manual básico de biogás**. Ed.: Univates, Lajeado, 2014. 69 p.
- KUPFER, D.; TIGRE, P. B. **Prospecção tecnológica**. In: Modelo SENAI de prospecção: documento metodológico. CARUSO, L. A.; TIGRE, P. B. (Coord.) Montevideo: CINTERFOR/OIT, 2004(c). 77p. (Papeles de la Oficina Técnica, 14).
- MOTA, C. J. A.; SILVA, C. X. A.; GONÇALVES, V. L. C. Gliceroquímica: novos produtos e processos a partir da glicerina de produção de biodiesel. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 639-648, 2009.
- NASCIMENTO, T. C.; MENDONÇA, A. T. B. B.; CUNHA, S. K. Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 10, n. 3, p. 630-651, 2012.
- PACHECO, F. **Energias Renováveis: breves conceitos**. Conjuntura e Planejamento, Salvador: SEI, n. 149, p. 4-11, 2006.
- PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL (PUCRS). FACULDADE DE ENGENHARIA. GRUPO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. **USE - Uso Sustentável da Energia [recurso eletrônico]**: guia de orientações. Porto Alegre, 2010.

REIS, J. M. C.; PINHEIRO, M. F.; OTI, A. T.; FEITOSA-JUNIOR, D. J. S.; PANTOJA, M. S.; BARROS, R. S. M. Informação tecnológica relacionada aos pré e Probióticos com base no registro das patentes: o que há de novo? **ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva**, v. 29, n. 4, p. 279-281, 2016.

ROHSTOFFE, F. N. Guia Prático do Biogás Geração e Utilização. **Ministério da Nutrição, Agricultura e Defesa do Consumidor da Alemanha**, 2010.

SANTOS, P. R. G.; FLORENTINO, M. C. C.; BASTOS, J. L. C.; TREVISAN, G. V. **Fontes Renováveis e Não Renováveis Geradoras de Energia Elétrica no Brasil**. Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnologia Interdisciplinar, 11 e 12 de novembro, 2015, Santa Catarina.

SIMIONI, C. A. **O uso de energia renovável sustentável na matriz energética brasileira: obstáculos para o planejamento e ampliação de políticas sustentáveis**. 2006. 314 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.