

O ÁCIDO LEVULÍNICO COMO BIOCOMBUSTÍVEL: ALTERNATIVA REAL À ESCASSEZ DE PETRÓLEO OU MERA ILUSÃO?

Marco Antônio Sabará (IFMG – campus Congonhas) marco.sabara@ifmg.edu.br
Ana Carolina Oliveira (IFMG – campus Congonhas) carolinna.oliveira.ac@gmail.com
Jane Márcia de Souza (IFMG – campus Congonhas) jane.souza@outlook.com
Josemar Coelho Félix (IFMG – campus Congonhas) felix.josemar@gmail.com
Marlette Nunes Gonzaga (IFMG – campus Congonhas) marlette-nunes@hotmail.com

Resumo:

O petróleo, constituído de uma mistura fóssil e não renovável, tem ocasionado polêmicas econômicas e ambientais devido ao consumo crescente na produção de combustível fóssil e sua utilização como matérias-primas para outros produtos. A escassez do petróleo direciona a procura por novas fontes renováveis que possam ser mais acessíveis economicamente e menos prejudiciais ao meio ambiente. O ácido levulínico ou ácido 4-oxopentanoico é um composto orgânico derivado de degradação da celulose e talvez um potencial biocombustível. Partindo desta premissa, para o presente trabalho foram feitas análises documentais de artigos científicos e patentes disponíveis para consultas públicas, objetivando analisar o estado da arte na Academia sobre a utilização do ácido levulínico como um possível substituto do petróleo. Os resultados mostraram que o número de pesquisas relacionadas ao ácido vem diminuindo a cada ano e que a sua maioria ainda está concentrada em universidades. Além disso, foram traçadas rotas tecnológicas que mostram uma maior tendência do uso do ácido levulínico como cadeia produtiva para produtos diversos e não como fonte de produção de biocombustível. Constatou-se uma maior necessidade de exploração deste composto, pois são inúmeras suas utilizações. Mas não é possível concluir o uso do ácido levulínico como um possível substituto dos combustíveis fósseis.

Palavras chave: Petróleo, ácido levulínico, biocombustíveis, sustentabilidade.

LEVULINIC ACID AS BIOFUEL: REAL ALTERNATIVE TO THE SHORTAGE OF PETROLEUM OR A SIMPLE ILLUSION?

Abstract:

The petroleum is made of a fossil and non-renewable mixture and it has caused economic and environmental controversy due to the increasing consumption of fossil fuel production and its use as raw materials for other products. The shortage of oil drives the demand for new renewable sources that may be more economically accessible and less harmful to the environment. Levulinic acid or 4-oxopentanoic acid is an organic compound derived from degradation of cellulose and perhaps a potential biofuel. Based on this premise, for the present work documentary analyzes of scientific articles and patents were made available for public consultations, aiming to analyze the state of the art in the Academy about the use of levulinic acid as a possible substitute for petroleum. The results showed that the number of acid-related research has been declining each year and that most of it is still concentrated in universities. In addition, technological routes have been drawn which show a greater tendency to use levulinic acid as a production chain for various products and not as a source of biofuel production. It was found a greater need of exploration of this compound, since there are

numerous uses. But it is not possible to conclude the use of levulinic acid as a possible substitute for fossil fuels.

Key-words: Petroleum, levulinic acid, biofuel, sustainability

1. Introdução

Os recorrentes debates em torno do esgotamento das reservas de combustíveis fósseis e dos efeitos ambientais advindos do seu uso sinalizam a importância das pesquisas relacionadas a novas fontes energéticas em escala global (OMENA, SOUZA e SOARES, 2013). Com o esgotamento das fontes fósseis e os impactos de suas emissões na natureza, sobretudo o aquecimento global, os combustíveis fósseis vêm sendo substituídos por combustíveis renováveis, como o biodiesel, o bioetanol, o biogás e as diversas fontes renováveis de geração de energia elétrica, como as energias eólicas e solares (LORA e VENTURINI, 2012).

O petróleo, por ser de origem fóssil e lentamente formado pela natureza, levanta uma série de polêmicas em torno de sua escassez, visto que não é considerado uma fonte renovável de energia. Sabe-se que o atual ritmo de exploração existente fará com que em alguns anos o petróleo suficiente para o consumo atinja seu máximo, ocasionando um processo de declínio na produção. Com isso a utilização de outros combustíveis se fará necessária (DELATORRE, RODRIGUES, *et al.*, 2011)

A cada ano surgem novos biocombustíveis, novos processos produtivos e novas matérias-primas na pauta de pesquisadores em todo o mundo. Todavia, fatores como disponibilidade e preço das matérias-primas mantêm os esforços de pesquisadores no desenvolvimento de novas rotas e novos biocombustíveis (REZENDE e PASA, 2017). O esforço vem sendo realizado para desenvolver tecnologias para a produção de biocombustíveis a partir de matérias-primas alternativas, como óleos residuais, resíduos sólidos e, principalmente, biomassa lignocelulósica (SOMERVILLE, YOUNGS, *et al.*, 2010).

De acordo com a ICB – Industrial Chemical Blog (2016), a indústria química vem avaliando as perspectivas de um ácido natural que mostrou sua capacidade de substituir petróleo e produtos relacionados para uso nas indústrias de biocombustíveis e química. O ácido levulínico é um produto da quebra do material de biomassa. Foi promovido como um substituto para combustíveis fósseis como a principal fonte de energia para o mundo.

Uma empresa que lidera a iniciativa é GFBiochemicals, com base na Itália. De acordo com ela à medida que o mundo passa de fóssil para matérias-primas alternativas, o ácido levulínico pode servir como um bloco de construção incrivelmente versátil para produtos químicos e materiais derivados diretamente da biomassa. O ácido levulínico pode resolver com êxito muitas questões relacionadas ao desempenho atribuídas a produtos químicos e materiais à base de petróleo (GFBIOCHEMICALS, 2015).

O objetivo deste trabalho é realizar uma análise através do uso da bibliometria e do estado da arte sobre qual a representatividade do ácido levulínico como biocombustível, avaliando qual o grau de destaque as produções acadêmicas e a mídia estão dando para este tema.

2. Contextualização

2.1 Biodiesel

O governo brasileiro regularizou o biodiesel somente em 2004 quando promulgou a Medida Provisória 227, convertida na Lei 11.116 em 2005. O biodiesel já havia sido incluído na

Medida Provisória 214 convertida na Lei 9478 em 1997. O biodiesel segundo esta Medida é um combustível renovável e biodegradável, derivado de óleos vegetais e gorduras animais, que possa substituir parcialmente ou totalmente o óleo diesel de origem fóssil (Secretaria da Receita Federal do Ministério da Fazenda, 2004).

De acordo com a Lei 11.097 de 2005, que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, um combustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna ou, conforme regulamento para outro tipo de geração de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil. (BRASIL, 2005, art. 6º). A lei 11.097 fixou percentuais mínimos obrigatórios da adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado aos consumidores finais, determinando que o percentual de adição mínimo deverá ser de 2,0% (B2) de 2008 a 2012, para isso será necessário produzir aproximadamente 800 milhões de litros de biodiesel até o fim de 2012 podendo chegar a 2 bilhões até 2013 quando será obrigatório o uso do B5 (mistura de 5% de biodiesel), sendo o consumo atual de diesel no Brasil de 40 bilhões de litros (COSTA NETO, 2001).

O Ministério da Ciência e Tecnologia lançou em 2002 o Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico do Biodiesel – PROBIODIESEL. Esse programa tem por objetivos desenvolver as tecnologias de produção e o mercado de consumo de biodiesel e estabelecer uma Rede Brasileira de Biodiesel, visando à redução das emissões de gases de efeito estufa. Em julho de 2003, o Ministério de Minas e Energia – MME lançou o Programa Combustível Verde – Biodiesel, tendo sido estabelecida uma meta de produção de 1,5 milhão de toneladas de biodiesel, destinado ao mercado interno e à exportação. O objetivo desse programa é diversificar a bolsa de combustíveis, diminuir a importação de diesel de petróleo e ainda criar emprego e renda no campo. (DELATORRE, RODRIGUES, et al., 2011)

2.2 Ácido Levulínico

A indústria química está avaliando as perspectivas de um ácido natural que mostrou sua capacidade de substituir petróleo e produtos relacionados para uso nas indústrias de biocombustíveis e química. O ácido levulínico é um produto da quebra do material de biomassa e foi promovido como um substituto para combustíveis fósseis como a principal fonte de energia para o mundo. O volume de mercado deste produto bioquímico substituto é de US \$ 30 bilhões. Uma empresa que lidera a iniciativa é GFBiochemicals com base na Itália. Também tem operações nos Estados Unidos (Minnesota) e nos Países Baixos (ICB, 2016).

O ácido levulínico é um composto orgânico não tóxico que foi listado como um dos Principais Produtos Químicos de Valor Agregado da Biomassa pelo Departamento de Energia dos EUA (DOE) em 2004. A bifuncionalidade dos grupos de ácido ceto e ácido carboxílico torna o ácido levulínico um intermediário químico versátil que pode ser convertido em muitos outros produtos químicos úteis, como solventes, pesticidas, herbicidas, resinas poliméricas, cosméticos e até mesmo componentes de gasolina ou diesel (GUZMAN, 2015). O ácido levulínico é, portanto, um bloco de construção versátil em uma ampla gama de aplicações que são usadas no mercado (GODAR, 2016).

Os combustíveis semelhantes a gasolina podem ser feitos de materiais celulósicos, como resíduos agrícolas e florestais, usando um novo processo inventado por químicos na Universidade da Califórnia. O processo pode abrir novos mercados para combustíveis à base de plantas, além dos substitutos de diesel existentes. A matéria-prima para o novo processo é

o ácido levulínico (LANE, 2015). Ele pode ser derivado diretamente da biomassa usando um processo de hidrólise catalisada por ácido (BOMGARDNER, 2015).

O metiltetrahidrofurano (MeTHF), um derivado de ácido levulínico, pode ser combinado até 50% com gasolina para aumentar o desempenho do veículo e reduzir as emissões de ar (GODAR, 2016).

3. Metodologia

Como metodologia deste trabalho utiliza-se a bibliometria e pesquisas do estado da arte, no intuito de alcançar o objetivo proposto.

O uso da pesquisa bibliométrica é um recurso empregado para transmitir os estudos da produção científica, suas tendências e para evidenciar as áreas temáticas. A aplicação dos estudos bibliométricos apresenta como principal vantagem a padronização de procedimentos que facilitam a mensuração dos dados coletados (SANTOS, 2015). As pesquisas bibliométricas contribuem para uma análise acerca de produções científicas, permitindo uma sustentação para a produção de novos trabalhos (MORAES, IGARASHI, et al., 2013). De acordo com Yoshida (2010) a aplicação da bibliometria é importante nos casos de prospecção de tecnologias emergentes, onde diferentes rotas de desenvolvimento disputam espaço para serem adotadas no futuro. Atualmente o desafio maior é aproveitar eficazmente o que existe disponível por meio da rede. A bibliometria aliada às informações disponíveis na internet pode ser uma interessante combinação para o processo.

Já a pesquisa de estado da arte, definida como de caráter bibliográfico, tem a finalidade de mapear e discutir produções acadêmicas em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados (FERREIRA, 2002). Segundo Soares (1987, p. 3, apud FERREIRA, 2002) a compreensão do estado de conhecimento sobre um tema é necessária no processo de evolução da ciência, afim de que ordene periodicamente o conjunto de informações e resultados já obtidos.

No presente estudo adotou-se a análise documental realizada a partir da avaliação de artigos e patentes. Os levantamentos de artigos foram realizados a partir das bases de dados periódicos CAPES (<https://www.periodicos.capes.gov.br/>) e Scielo (<http://www.scielo.org>). Foram adotados os seguintes filtros nas buscas: (a) documentos produzidos entre janeiro de 2010 e agosto de 2017; (b) documentos contendo as palavras chave: "Levulinic acid + biofuel" (os termos foram utilizados em inglês para ampliar a abrangência das buscas). As pesquisas sobre patentes foram realizadas através do Google Patentes (<https://www.patents.google.com/>), considerando as principais bases de dados nacionais e internacionais, como o Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), U.S. Department of Commerce's United States Patent and Trademark Office (USPTO), World Intellectual Property Organization (WIPO), European Patent Office (EPO) e Derwent World Patents Index, e utilizando os mesmos filtros anteriormente citados.

Utilizou-se o software Microsoft Office Excel® para a análise dos dados apurados e para a geração dos gráficos apresentados neste trabalho.

4. Resultados obtidos

A partir da definição sobre ácido levulínico apresentada na seção 2.2, esta seção inicia-se com os resultados obtidos na revisão bibliográfica, seguidos daqueles obtidos nos bancos de dados relacionados com as patentes.

Através das pesquisas realizadas nos Periódicos Capes e suas respectivas referências foi possível a construção de um gráfico com as rotas tecnológicas sobre o ácido levulínico, colocando como distinção as patentes e artigos. Para tanto foram separados os artigos encontrados utilizando as palavras chaves "Levulinic Acid and Biofuel", em três tipos de propostas de pesquisas. Como pode-se observar no Gráfico 1, as rotas escolhidas para estudo do ácido levulínico foram: o uso do ácido levulínico em sua cadeia produtiva, a produção de biocombustível através do ácido levulínico e o ácido levulínico como matéria-prima na indústria petroquímica. Encontrou-se respectivamente 51, 19 e 18 artigos e 21, 17 e 26 patentes sobre os temas citados anteriormente. Constatou-se a tendência do uso do ácido levulínico para cadeia produtiva, quando leva-se em consideração o somatório do número de artigos e número de patentes.

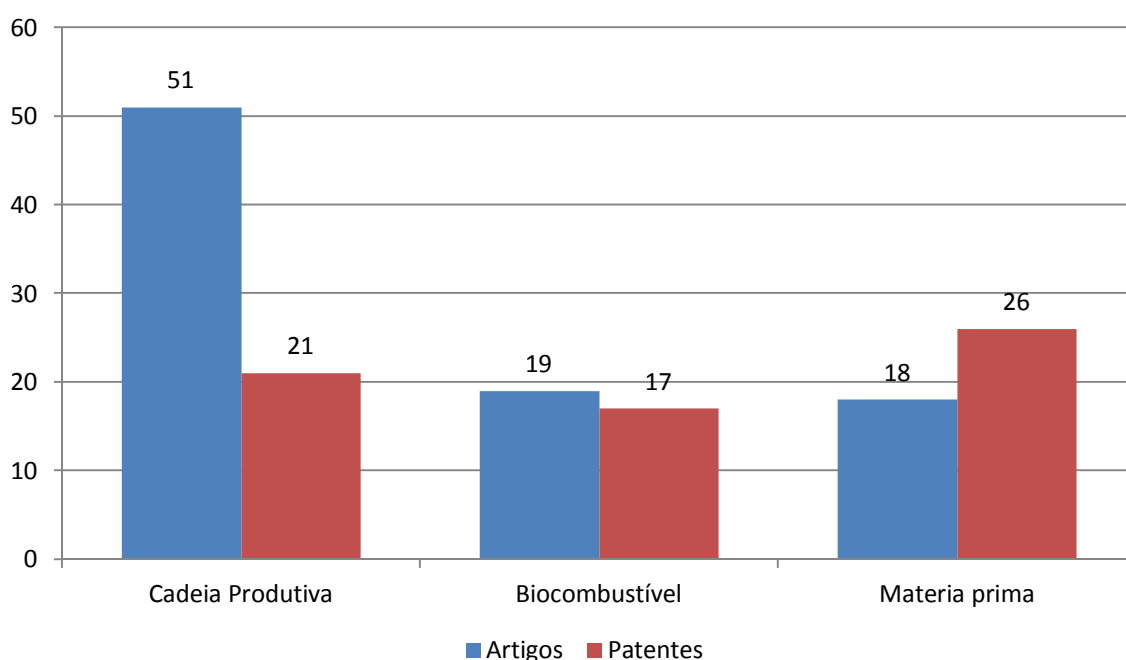


Gráfico 1- Identificação das rotas tecnológicas

Fonte: Elaborado pelos autores

A partir dos resultados obtidos pelas rotas tecnológicas percebe-se a necessidade de analisar quais os países que mais se destacam em relação ao desenvolvimento de pesquisas sobre o ácido. Verificou-se que os países que mais abordaram este assunto entre os anos de 2010 e 2017, foram os Estados Unidos (que produziu a maioria dos artigos, cerca de 16 artigos), seguido da China (com 9 artigos) e da Coreia do Sul (8 artigos), como mostrado no Gráfico 2. Destaca-se também, neste mesmo gráfico o Brasil, que segundo KOHLHEPP(2010), tem o potencial de se tornar uma referência em produção de biocombustível na América Latina, mas onde apenas se publicou 1 artigo neste mesmo período.

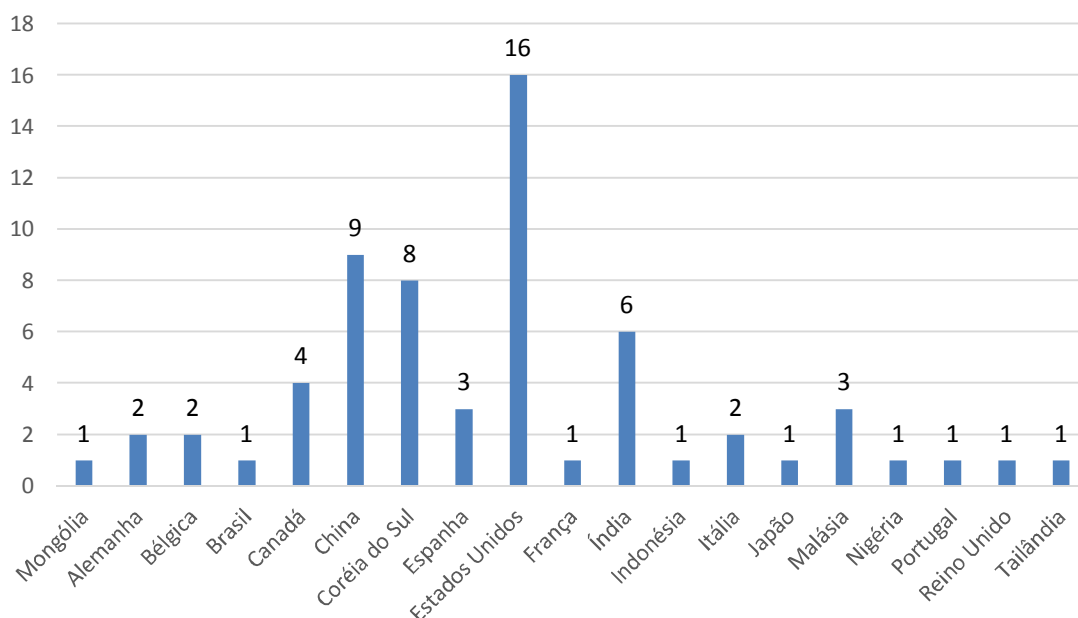


Gráfico 2- Os países de origem dos estudos sobre o ácido levulínico

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com essa análise, também foi possível fazer um paralelo entre as universidades e os centros de pesquisas e constatou-se que a maioria dos artigos (53) foram produzidos por universidades e apenas 11 artigos foram publicados por centros diversos de pesquisa. Esses resultados são considerados pequenos quando comparados com a quantidade de produção em universidades sobre o tema Biocombustível, evidenciando a baixa importância que o assunto tem alcançado dentro das instituições de ensino. Esses números servem como indicadores de ciência e tecnologia para o tema Levulinic Acid, mostrando o grau de desenvolvimento científico e tecnológico que o rodeia, para assim, entender a sua importância dentro do meio acadêmico e como é o ciclo de gestação, reprodução e disseminação deste assunto em meios responsáveis por desenvolvimento de recursos humanos (MUGNAINI et al., 2004).

Também foi encontrada a necessidade de separar os artigos encontrados pela classificação da CAPES denominada qualis, dentro da área de Biotecnologia. O Gráfico 3, ilustra a classificação qualis da CAPES das revistas responsáveis pelas publicações, tendo sido encontrados 35 artigos publicados em revistas A1 e 10 em revistas A2. Assim sendo, apesar de serem poucas as publicações, as revistas que veicularam estes artigos são, em sua maioria, bem vistas pela comunidade acadêmica na área de Biotecnologia.

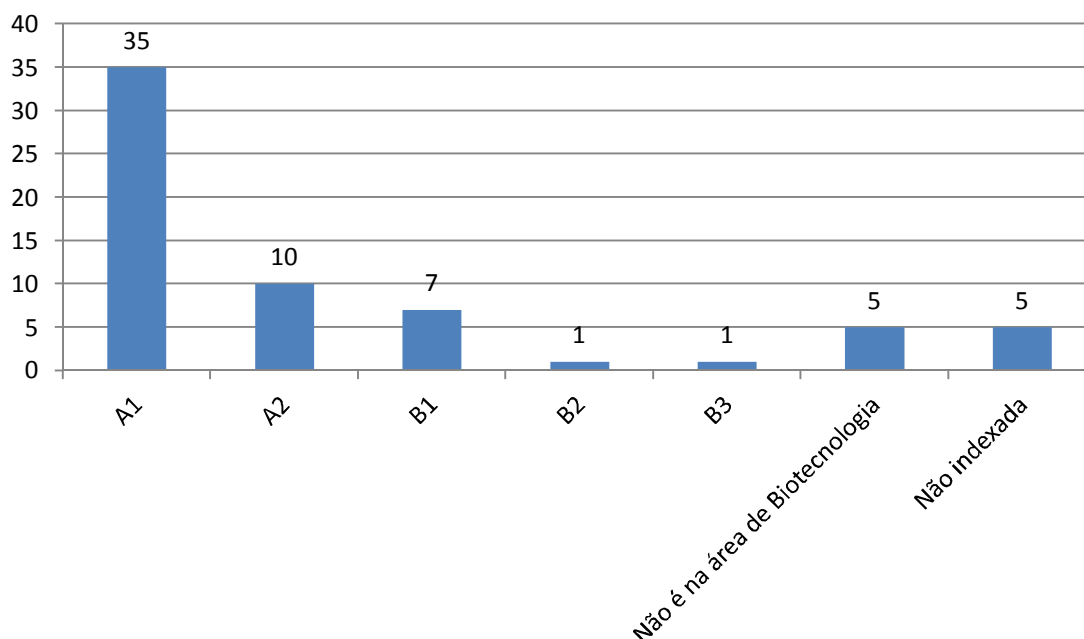


Gráfico 3 i A classificação Qualis, das revistas que publicam sobre o Levulinic Acid.

Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação à cronologia das publicações, de acordo com o Gráfico 4, pode-se verificar que o movimento de pesquisa sobre ácido levulínico teve como destaque o ano de 2011, com 17 artigos publicados. Pode-se notar que houve queda nas pesquisas em relação ao uso do ácido levulínico, apresentando uma redução na publicação nos últimos três anos.

O mesmo gráfico 4, evidencia também o contraste entre as publicações CAPES e as patentes sobre Ácido Levulínico, uma vez que a quantidade de patentes publicadas, não tem a mesma proporção da quantidade de artigos publicados. O ano de 2014, apresentou o maior número de registro de patentes, cerca de 25 patentes do total de 90. Observa-se também que houve uma tendência na redução das patentes bem como das publicações nos últimos anos.

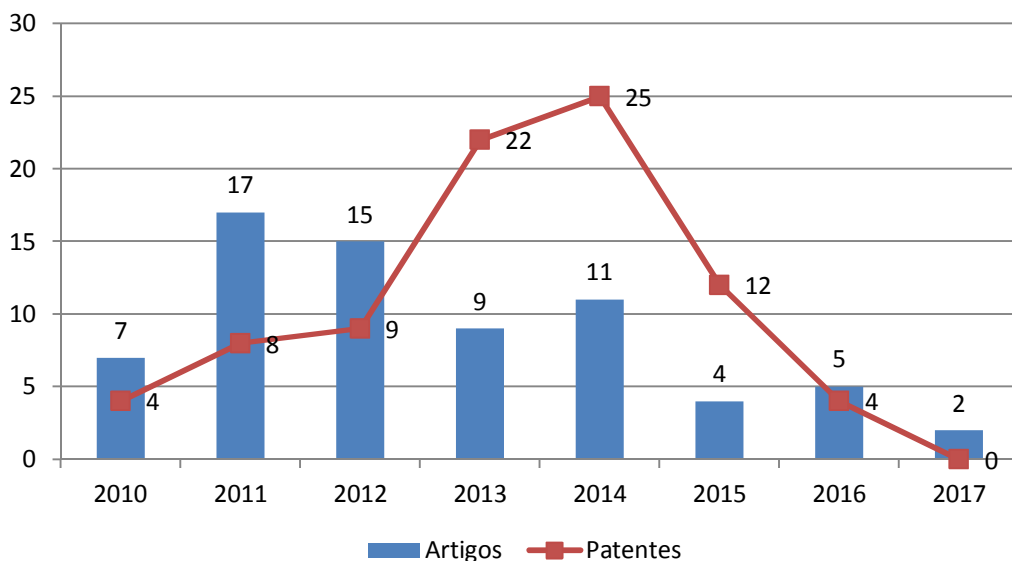


Gráfico 4- A produção de patentes e artigos distribuídos em uma linha do tempo.

Fonte: Elaborado pelos autores

O Gráfico 5 apresenta a relação encontrada em cada base/escritório de patentes. Dentre as 110 patentes encontradas, considera-se importante destacar que a maior parte das patentes sobre biocombustível relacionadas com o ácido levulínico é da base USPTO com 44 patentes depositadas, seguidas pela base Patentscope Espacenet com 31, a base Espacenet, EP Register com 5, SIPO com 9 e apenas 1 patente depositada na base DPMA. Estes resultados estão em consonância com a realidade da alocação das empresas pois as únicas empresas que possuem mais de uma patente encontram-se nos EUA (Ceramatec e Archer Daniels Midland Company com duas patentes cada uma, as empresas Api Intellectual Property Holdings e a Shell Oil Company e internationale Research Maatschappij B.V. com 3 patentes cada uma, Wisconsin Alumni Research Foundation possuindo 3 patentes, Wisconsin Alumni Research Foundation com 5 patentes e a Joule Unlimited com 6 patentes).

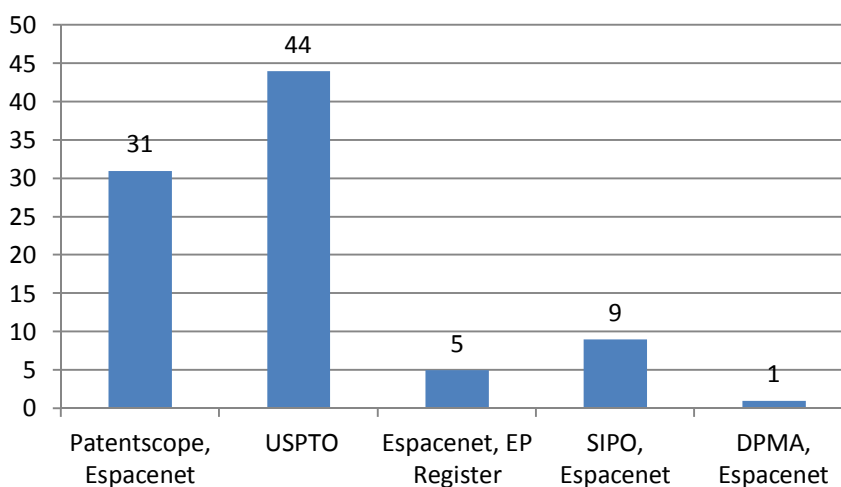


Gráfico 5 - A distribuição nas bases de patentes, sobre o ácido levulínico.

Fonte: Elaborado pelos autores

5. Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo prospectar o estado da arte do tema ácido levulínico como potencial substituto do petróleo, dando ênfase a sua utilização como biocombustível, além de ver qual o grau de destaque que as produções acadêmicas estão dando para este tema.

Através do estudo do referencial teórico percorrendo as bases de dados de artigos e patentes publicados na comunidade científica mundial nos últimos sete anos, foi possível perceber que o ácido levulínico não se destaca como substituto do petróleo na rota tecnológica de biocombustível e sim na rota tecnológica dos insumos dos setores químico, petroquímico e de cosméticos.

Por meio da análise dos resultados encontrados nas bases de dados acadêmicos conclui-se que, apesar de o ácido levulínico ser considerado pela mídia não científica e por algumas organizações internacionais um composto de grande potencial para substituir o petróleo, a Academia não vem estudando este assunto com o mesmo grau de importância que lhe é dado pela referida mídia. O número de trabalhos publicados encontrados se mostrou muito inferior quando comparado com o número de trabalhos realizados sobre outros possíveis substitutos do petróleo, considerando-se o âmbito mundial. As publicações encontradas sobre escassez do petróleo mostram-se focadas na área da sua aplicação como combustível, ainda que ele também seja utilizado como matéria-prima para fabricação de outros produtos com real significado em escala econômica.

Uma hipótese para explicar os resultados encontrados nas pesquisas é o fato de o ácido levulínico apresentar potencial para substituir o petróleo principalmente no setor de cosméticos, setor este que utiliza apenas uma pequena porção de todo o petróleo consumido pela indústria. Contudo, é importante ressaltar que, mesmo que represente um pequeno percentual de todo o consumo de petróleo atual, seria aconselhável que houvesse um maior volume de pesquisas objetivando estudar também alternativas nesta rota tecnológica, capazes de que possam mitigar uma parcela do problema da futura escassez de petróleo, mesmo que num nível de impacto mais baixo.

Outra hipótese considerada pelos autores sobre o ácido levulínico não ser estudado pela Academia com a mesma representatividade que outros compostos e substâncias é o fato de os programas de biocombustíveis em rotas tecnológicas distintas da rota de aproveitamento de biomassa estarem muito disseminados e possuírem tecnologias de produção já bastante conhecidas e aprovadas para o seu desenvolvimento. Isto faz com que a atenção para com as energias oriundas do aproveitamento da biomassa ainda não atinja um nível elevado de preocupação e foco na comunidade acadêmica.

Portanto, conclui-se que, no atual estágio do conhecimento científico, o ácido levulínico ainda é uma alternativa pouco estudada como eventual sucedâneo do petróleo na forma de biocombustível, a exemplo de outras fontes renováveis que ainda não são tão profundamente estudadas, mas que possuem potencial para mitigar problemas que impactam a sociedade mundial em relação às questões energéticas. Espera-se que este trabalho possa chamar a atenção dos pesquisadores para observarem com atenção esta alternativa, uma vez que os inúmeros relatos divulgados na grande mídia sobre o potencial econômico do composto necessitam de comprovação ou convalidação.

6. Referências

BOMGARDNER, M. M. Interest In Biobased Levulinic Acid Grows. *c&en*, 5 março 2015. ISSN ISSN 0009-2347. Disponível em: <<http://cen.acs.org/articles/93/web/2015/03/Interest-Biobased-Levulinic-Acid-Grows.html>>. Acesso em: 27 junho 2017.

DELATORRE, A. B. et al. PRODUÇÃO DE BIODIESEL: CONSIDERAÇÕES SOBRE AS DIFERENTES MATÉRIAS-PRIMAS E ROTAS TECNOLÓGICAS DE PROCESSOS. *Perspectivas Online - Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 1, n. 1, 2011. ISSN ISSN 2236-8868.

FERREIRA, N. S. D. A. As Pesquisas Denominadas "Estudo da Arte". *Educação & Sociedade*, v. XXIII, n. 79, p. 257 - 272, Agosto 2002.

GFBIOCHEMICALS. LEVULINIC ACID IS A RECOGNIZED VERSATILE PLATAFORM MOLECULE TO ADDRESS A LARGE MARKET POTENCIAL. GFBiochemicals, 2015. Disponível em: <<http://www.gfbiochemicals.com/products/>>. Acesso em: 27 junho 2017.

GODAR, M. Interview: Can this Natural Acid replace Petrleum for the Chemical an Biofuel Industries? *Labiotech.eu*, 11 março 2016. Disponível em: <<http://labiotech.eu/levulinic-acid-replace-petroleum-chemicals-biofuel-gfbiochemicals/>>. Acesso em: 27 junho 2017.

GUZMAN, D. D. Levulinic acid commercialization expands. *Green Chemicals Blog*, 5 maio 2015. Disponível em: <<https://greenchemicalsblog.com/2015/03/05/levulinic-acid-commercialization-expands/>>. Acesso em: 27 junho 2017.

ICB - INDUSTRIAL CHEMICAL BLOG. Biochemical Industry Seeks Foot in the Door with Levulinic Acid. ICB, 5 Abril 2016. Disponível em: <<http://www.industrialchemicalblog.com/biochemical-industry-levulinic-acid/>>. Acesso em: 03 Julho 2017.

ICB. Biochemical Industry Seeks Foot in the Door with Levulinic Acid. *Industrial Chemical Blog*, 5 Abril 2016. Disponível em: <<http://www.industrialchemicalblog.com/biochemical-industry-levulinic-acid/>>. Acesso em: 27 junho 2017.

KOHLHEPP, Gerd. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. *Estudos Avançados*. São Paulo , v. 24, n. 68, p. 223-253, 2010 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142010000100017&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 26 Agosto 2017.

LANE, J. The DOE's 12 Top Biobased Molecules - what became of them? *Biofuels Digest* - The world's most widerly read biofuels daily, 30 Abril 2015. Disponível em: <<http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2015/04/30/the-does-12-top-biobased-molecules-what-became-of-them/>>. Acesso em: 27 junho 2017.

LORA, E. E. S.; VENTURINI, O. J. *Biocombustíveis*. Rio de Janeiro: Editora Interciência, v. 1, 2012.

MORAES, R. D. O. et al. Gestão Estratégica de Custos: Investigação da Produção Científica no Período de 2008 a 2012. XX Congresso Brasileiro de Custos, Uberlândia, 18 a 20 Novembro 2013.

MUGNAINI, Rogério; DE MARTINO JANNUZZI, Paulo; QUONIAM, Luc. Indicadores bibliométricos da produção científica brasileira: uma análise a partir da base Pascal. Ciência da Informação, v. 33, n. 2, 2004.

OMENA, L. A.; SOUZA, R. R.; SOARES, M. J. N. O papel dos biocombustíveis na nova configuração geopolítica. Revista de Geopolítica, v. 4, n. 1, p. 79 - 97, janeiro / junho 2013.

REZENDE, D. B.; PASA, V. M. D. Tendências e Oportunidades para Pesquisas em Biocombustíveis. The Journal of Engineering and Exact Sciences - JCEC, Viçosa, v. 03, n. 03, p. 561 - 572, 2017. ISSN ISSN: 2446-9416.

SANTOS, G. C. D. Análise Bibliométrica dos Artigos Publicados como Estudos Bibliométrico na História do Congresso Brasileiro de Custos. Pensar Contábil, Rio de Janeiro, v. XVII, n. 2, p. 4 - 13, Janeiro / Abril 2015.

SOMERVILLE, C. et al. Feedstocks for Lignocellulosic Biofuels. Science, Nova York, v. 329, Agosto 2010. ISSN ISSN 1095-9203.

YOSHIDA, N. D. Análise Bibliométrica: um estudo aplicado à previsão tecnológica. Future Studies Research Journal: Trends and Strategies - [FUTURE]SRJ, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 52-84, Janeiro / Junho 2010. ISSN ISSN 2175-5825.