

BIODIESEL NA REPÚBLICA POPULAR DA CHINA: MAPEAMENTO DE ARTIGOS E PATENTES

Angela Machado Rocha*¹; Ednildo Andrade Torres²; Cristina M. Quintella¹

¹ *Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, Campus de Ondina, Salvador, BA, Brasil, CEP: 40.170-290 (anmach@gmail.com)*

² *Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Rua Aristides Novis, 02, Salvador, BA, Brasil, CEP: 40210-630.*

RESUMO

A República Popular da China, país mais populoso do mundo e um dos sustentáculos da economia global, estabeleceu recentemente um Plano de Desenvolvimento para Energias Renováveis, incluindo o Biodiesel, visando reduzir sua contribuição para aquecimento global. O presente trabalho busca avaliar as perspectivas da investigação relacionadas ao biodiesel na República Popular da China, através de análise das patentes e artigos científicos chineses publicados nesta área. Para o estudo foram utilizados bancos de dados de patentes e publicações científicas visando subsidiar futuros estudos. A China se posiciona como segundo país em número de publicações científicas, com 899 artigos, e em número de patentes depositadas, com 372 documentos, precedida em ambos os casos pelos Estados Unidos. Os resultados encontrados prenunciam alcance dos resultados estabelecidos pelo Plano de Desenvolvimento para Energias Renováveis evidenciam a eficácia da ação de estado do Governo da República Popular da China.

Palavras-Chave: Biodiesel; China; Artigos Científicos; Patentes.

ABSTRACT

The People's Republic of China, the world's most populous country and bulwark of the global economy, has recently established a Development Plan for Renewable Energy, including biodiesel, in order to reduce their contribution to global warming. This study aims to assess the prospects of research related to biodiesel in China, through analysis of Chinese patent applications and scientific papers published in this area. For the study, we used text-mining in order to extract results from databases of patents and scientific publications, thus subsidizing deep future studies China stands as second in the number of publications scientific. China is in second place both in patent applications and articles, after United States. These results show the achievements thought the Development Plan for Renewable Energy as a state program of the People's Republic of China.

Key-Words: Biodiesel; China; Scientific Articles; Patents

Área Tecnológica: Biocombustíveis; Prospecções Internacionais.

INTRODUÇÃO

Segundo a Agência Internacional de Energia, a demanda mundial de energia será maior. Entretanto, as fontes atuais são insustentáveis sob os aspectos ambientais, econômicos e sociais. O fornecimento de energia é um dos grandes desafios no século 21 (IEA, 2011). Atualmente, a maior parte de energia provém de combustíveis fósseis. No entanto, o Fórum Mundial de Energia previu que as reservas de petróleo irão se esgotar em menos de 10 décadas. Por outro lado, há um consenso científico de que o aquecimento global é o mais premente problema ambiental e que está sendo causado em grande parte pelas emissões antrópicas de gases de efeito estufa, oriundos da queima de combustíveis fósseis. Neste contexto global, os países são pressionados na busca de fontes sustentáveis de energia para a substituição de combustíveis fósseis, enfrentando assim os desafios globais de redução de emissões de efeito estufa, assim como para atender às crescentes demandas de energia (ATABANI et al., 2012)

Entre os combustíveis renováveis, o biodiesel tem recebido cada vez mais atenção por várias razões. Além de altamente biodiegradável, o biodiesel pode substituir o combustível diesel sem modificações do motor diesel existente, reduz as emissões de dióxido de carbono em até 78% em uma base de ciclo de vida, quando comparado com o diesel convencional, e, também, por ser uma agroenergia, pode aumentar a economia rural. Apesar de ser usado como substituto do diesel, a composição química do biodiesel difere bastante do diesel. O óleo diesel é um combustível obtido a partir do refino do petróleo por destilação fracionada, sendo constituído basicamente por hidrocarbonetos, apresentando em baixas concentrações átomos de enxofre, oxigênio e nitrogênio. O biodiesel é uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos. As misturas do biodiesel com o diesel convencional são, por convenção, intituladas BX, onde X refere-se à quantidade de biodiesel (%v/v) adicionada no óleo diesel (QUINTELLA et al., 2009). A primeira patente de biodiesel é atribuída ao pesquisador Chavanne, em 1937, na Bélgica, pela transesterificação de óleos vegetais. Curiosamente, é na China, em 1988, que a palavra "Biodiesel" aparece primeiramente na literatura (PLÁ et al., 2003).

O biodiesel é denominado de Primeira, Segunda, Terceira ou Quarta geração a depender da matéria-prima utilizada. O de Primeira geração é produzido principalmente a partir de matérias-primas de óleos comestíveis, o que suscita o debate de "alimentos versus combustíveis", de possíveis problemas ambientais pelo uso da terra agrícola e água, e de desmatamento de florestas em certos países. Os de Segunda geração, produzidos com óleo de cozinha usado, óleos não comestíveis e gordura animal, apresentam diversas vantagens, mas ainda não estão sendo utilizados para a produção de biodiesel em grande escala dada a disponibilidade limitada. Os de Terceira geração, produzidos a partir de algas, ainda apresentam gargalos tecnológicos e, portanto não são produzidos em escala comercial, o que também acontece com o de Quarta geração, produzidos a partir de organismos geneticamente modificados (SAHOO et al., 2012)

O custo de biodiesel é ainda alto em comparação ao diesel, o que compromete a larga adoção do biocombustível na matriz energética dos países. Novas rotas tecnológicas, mais eficientes e econômicas, assim como o reaproveitamento de coprodutos são, portanto, necessários, para a expansão do biodiesel. Muitos países utilizam mecanismos como reserva de mercado, subsídios, preço mínimo entre outros para estimular o uso do biodiesel. O custo das matérias-primas na produção de biodiesel a partir dos óleos vegetais é cerca de 70-80% do custo de produção do

biodiesel. Com a elevação dos preços dos óleos comestíveis, o foco das pesquisas volta-se para combustíveis de Segunda, Terceira e Quarta gerações (DEMIRBAS, 2008)

Por ser o país com maior população, estimada em 1,3 bilhão de pessoas, com punjante crescimento econômico e sustentáculo da economia global, as tendências de demanda e consumo de energia na República Popular da China (RPC) afetam fortemente o cenário mundial energético. No presente, a RPC apresenta uma fase de rápida industrialização, crescente urbanização e declínio da participação da agricultura na economia. O desenvolvimento do setor secundário em detrimento do primário constitui-se um novo desafio, a de ofertas de alimentos para a população. Embora a produção de arroz e de trigo venha atendendo à demanda interna, a China importa milho e soja desde 2004. Os chineses são os maiores importadores de soja do mundo, o que significa 1/3 de todo o mercado internacional. A RPC é um país de liberdade econômica nominal, em regime centralizador, ditado pelas diretrizes do Partido Comunista (RAIMUNDO, 2011). Em 2010, o consumo total de energia da China ultrapassou em 37.7% o nível de 2005. O consumo de petróleo de 2002 a 2010 cresceu a uma taxa de 7,83%, o que significou maior dependência externa de petróleo de 55%. A rápida taxa de demanda de energia, aliada a preocupações ambientais pela emissão de gases de efeito estufa, motivou o Governo chinês a diversas políticas públicas para diversificação de fontes de energia, conservação de energia e também para uma matriz energética mais limpa. Em 2006, a RPC formulou o ‘National Assessment Report on Climate Change’ e, em 2007, instituiu o ‘‘China’s National Climate Change Program’’, ‘‘Energy Conservation Law’’ e ‘‘Renewable Energy Law’’. Também em 2007, a China criou o Programa ‘‘Mid-Long Term Development Plan for Renewable Energy’’, com metas para 2010 e 2020. Foram formulados regulamentos e incentivos para estimular o uso e a competitividade das energias renováveis. Em relação ao biodiesel, foram estabelecidos metas para consumo a médio e a longo prazo. Por questões de preocupações com a segurança alimentar no uso da terra agrícola, o Governo da China reembolsa 100 por cento do Value-Added Tax (VAT), um tipo de imposto, pago sobre a venda de biodiesel de óleo gerado pela utilização de gordura animal e óleo vegetal abandonados (QIANG, 2009) Daí, a principal matéria-prima para a produção de biodiesel na China é o óleo residual. A China possui atualmente 74 plantas de biodiesel, com produção de 2 milhões de toneladas/ano. Biodiesel obtido por microalgas surge como possível alternativa para o Governo Chinês, que vem incentivando fortemente pesquisas nesse propósito (CHEN, 2009)

DESCRIÇÃO DA TECNOLOGIA

O biodiesel é definido como mono-ésteres de alquilo de cadeia longa de ácidos graxos derivados de óleos vegetais ou de gorduras animais e de álcool com ou sem um catalisador. Os óleos e gorduras animais e vegetais são moléculas de triacilglicerídeos, as quais são constituídas de três ácidos graxos de cadeia longa ligados na forma de ésteres a uma molécula de glicerol. Em uma reação, denominada transesterificação de óleos, um triacilglicerídeo reage com um álcool na presença de uma base ou ácido forte, produzindo uma mistura de ésteres de ácidos graxos e glicerol. Também, pode-se usar esterificação de ácidos graxos com metanol ou etanol. Ainda pode ser obtido pelos processos de craqueamento ou pirólise dos ácidos graxos, óleos e gorduras, em elevadas temperaturas na presença ou ausência de catalisador. No craqueamento ou pirólise, a quebra das moléculas leva à formação de uma mistura de hidrocarbonetos e compostos oxigenados, além de monóxido e dióxido de carbono e água. A glicerina produzida como coproduto do biodiesel é um

produto de valor comercial, usada na indústrias de cosméticos, fármacos, produtos de limpeza entre outros (MACHADO et al., 2012)

METODOLOGIA

A busca foi realizada em outubro de 2012. Para os artigos científicos, foi utilizada a base Web of Science[®], da Thomson Reuters, base universal da bibliometria. Os dados foram extraídos com a seguinte estratégia: Topic=(biodiesel)* or (bio-diesel) or (bio diesel)) or Title=(biodiesel)* or (bio-diesel) or (bio diesel)), sendo encontrados 953 artigos chineses de janeiro de 2001 até outubro de 2012. A China aparece em 2º lugar em países com maior número de publicações em biodiesel, perdendo apenas para os Estados Unidos, com 1399 artigos. O Brasil com 819 artigos aparece em 3º lugar, seguido da Índia e Turquia. Para as patentes, os dados foram extraídos da “European Patent Office (EPO) Worldwide Patent Statistical Database”, também conhecido como PATSTAT, em outubro de 2012. Buscamos patentes que tivessem biodiesel* como título ou abstract e como prioridade o ano de 2001. Foram encontrados 2036 documentos no total. A RPC possui 372 patentes, perdendo apenas para os Estados Unidos, detentor de 419 documentos. A Alemanha possui 162 patentes, seguida pelo Brasil com 128 patentes. A estratégia de busca com palavra-chave para as patentes foi mantida, uma vez que o termo “biodiesel” aparece pela primeira vez na China em 1988, o que sugere o largo emprego e popularidade do termo no país. Além disso, das 372 patentes encontradas, 368 foram publicadas em Inglês, o que representa 99% do total. Utilizou-se o software VantagePoint, um poderoso minerador de textos, para o tratamento e análise dos dados, tanto dos artigos como o das patentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a Figura 1, a evolução anual dos artigos chineses apresenta tendência a crescimento, especialmente a partir dos anos de 2006 e 2007, ano de lançamento dos planos de energias renováveis e de mitigação dos gases de efeito estufa. Quase a totalidade dos artigos chineses foram publicados em inglês (96%), sendo o restante em chinês.

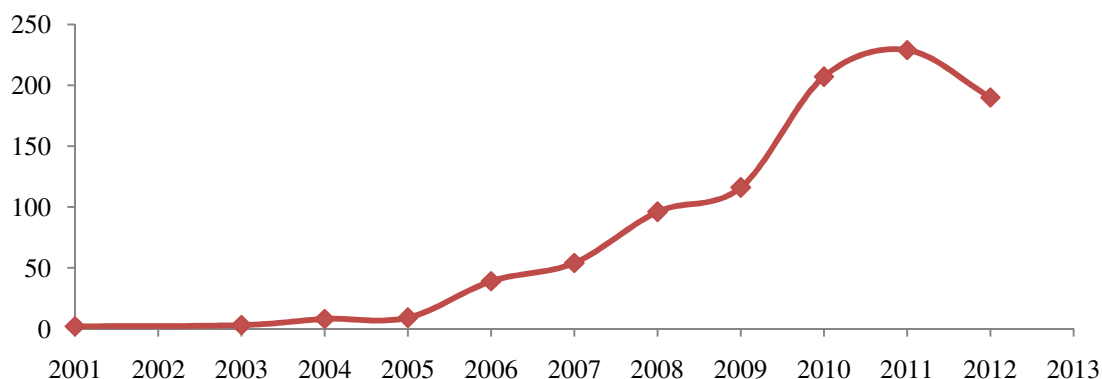


Figura 1: Evolução Anual dos Artigos Chineses sobre Biodiesel. Fonte: Autoria própria, 2012.

A fim de se verificar a que campos específicos de estudo de pesquisa os artigos encontrados estavam relacionados, recorreu-se a busca através da “Web of Science Categories” Para isso, utilizou-se a pesquisa avançada WC = tag campo para limitar a pesquisa a campos específicos de estudo, garantindo que a busca retornasse apenas os registros em que os artigos foram classificados.

Como pode ser verificado na Figura 2, a maior concentração das áreas de pesquisa de são Combustíveis (energia), seguida de engenharia, e em terceira posição aparece a biotecnologia. A áreas de Química e Agricultura, também indicam significativa produção científica.

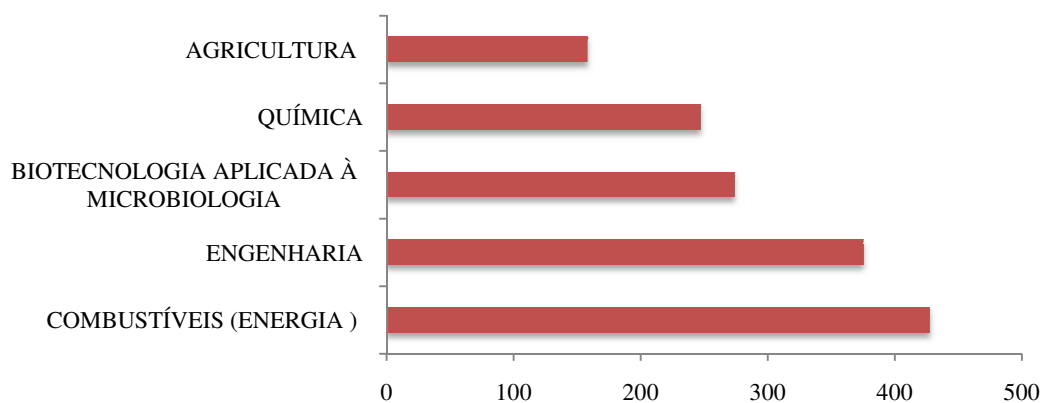


Figura 2: Áreas mais Pesquisadas pelos Artigos. Fonte: Autoria própria, 2012.

Conforme Figura 3A, a grande financiadora dos artigos é a National Natural Science Foundation of China (NSFC), organização diretamente filiados ao Conselho de Estado para a gestão do Fundo Nacional de Ciência Natural.

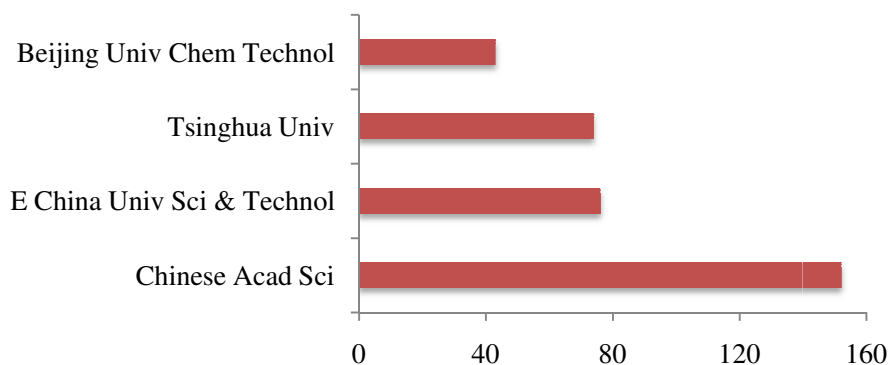


Figura 3: A- Financiadores das Pesquisas em Biodiesel na China e B- Organizações com mais Publicações na China. Fonte: Autoria própria, 2012.

Em conformidade com o sistema de economia de mercado socialista chinês, O NSFC coopera com o Ministério da Ciência e Tecnologia, formulando princípios, políticas e planos para o desenvolvimento de Pesquisa Básica na China.

É o NSFC que promulga a Guia Anual para Programas de Pesquisa Básica e alguns de Pesquisa Aplicada. O objetivo é criar mecanismos na promoção do progresso da Ciência, Tecnologia, a fim de promover o desenvolvimento sócio-econômico na RPC.

Em destaque também o “The National Basic Research Program” (Programa Nacional de Pesquisa Básica), chamado de Programa 973. Organizado e implementado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, o Programa 973 é baseado em atividades e implementações feitas pela NSFC para organizar e implementar a pesquisa básica, atendendo assim às principais necessidades estratégicas de investigação existentes do país. O Programa envolve os estudos de grandes questões científicas relacionadas com o desenvolvimento sustentável, tais como agricultura, energia, informação, recursos e meio ambiente, população, saúde e materiais. Está sempre em conformidade com os objetivos nacionais estabelecidos para Ciência, Tecnologia e desenvolvimento econômico e social (NATIONAL FOUNDATION OF CHINA, 2012).

De acordo com a Figura 3B, a organização com maior número de artigos é a “CAS-Chinese Academy Science”, também instituição do Conselho de Estado da China, que presta serviços de consultoria e avaliação sobre as questões decorrentes da economia nacional, desenvolvimento social, ciência e progresso da tecnologia. A CAS também criou centenas de empresas comerciais. Em segundo lugar em publicações de artigos, vem a “ECUST-East China University of Science and Technology”. A Universidade foi designada como uma universidade nacional chave pelo Comitê Central do Partido Comunista Chinês, em 1960. Com o esforço de meio século, a ECUST desenvolveu uma “Plataforma de Inovação” para “Tecnologia de Carvão Limpo” e “Tecnologia de Petróleo & Química.

Os resultados encontrados confirmam o regime centralizador da China, sugerindo que Ciência e a Tecnologia são elementos dos objetivos políticos e econômicos do país.

A Figura 4A apresenta o mapa dos clusters dos principais autores chineses com publicações em biodiesel, enquanto a Figura 4B, suas respectivas afiliações institucionais.

Na Figura 4A, o número em parênteses representa a quantidade de publicações atribuídas a cada autor. O objetivo é, através da visualização do mapa, identificar a interação dos autores em questão sobre possíveis publicações conjuntas. Nota-se que os dois autores com mais publicações, Liu De-Hua e Du Wei, possuem diversas pesquisas em conjunto, pertencendo ambos à Tsinghua University. Entretanto, não foram identificadas interações com os demais autores mais citados.

Localizada em Pequim, a Universidade foi originalmente fundada em 1911 sob o nome “Tsinghua College”, adotando em 1928, a denominação de “National Tsinghua University”, e posteriormente “Tsinghua University”. Tendo como lema a auto-disciplina e compromisso social, a Universidade é dedicada à excelência acadêmica, ao bem-estar da sociedade chinesa e ao desenvolvimento global. Tem sido frequentemente considerada como uma das melhores universidades na China continental por mais rankings nacionais e internacionais (NATIONAL FOUNDATION OF CHINA, 2012).

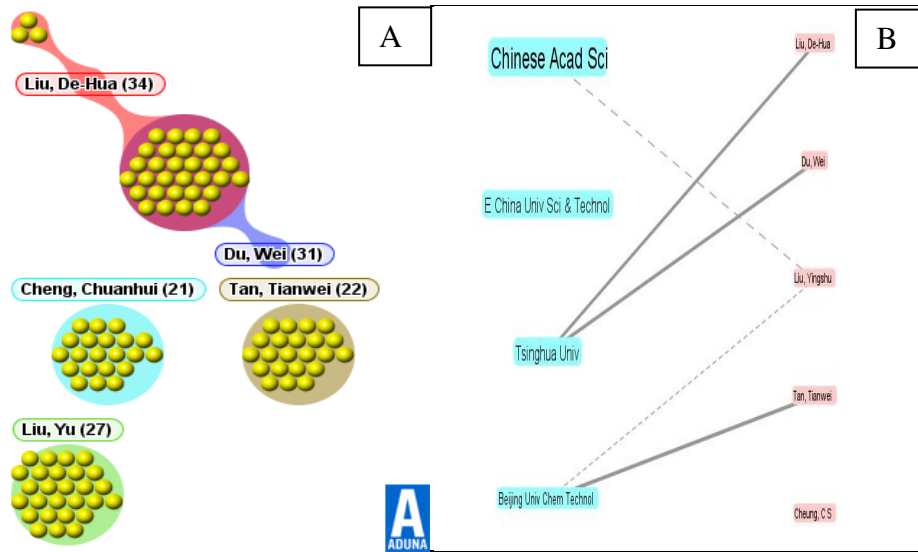


Figura 4: A- Clusters dos Top Autores Chineses e B- Top Autores Chineses e suas Afiliações. Fonte: Autoria própria, 2012.

A Figura 5 apresenta a evolução dos depósitos de patentes chinesas em biodiesel no período. Observa inicialmente um incipiente patenteamento, sugerindo um passado desinteresse na temática biodiesel. Entretanto, a partir dos lançamentos dos Programas Estaduais Chineses de 2006 e 2007, tais como “National Assessment Report on Climate Change”, o “China’s National Climate Change Program” assim como os “Energy Conservation Law” e “Renewable Energy Law”, nota-se expressiva evolução dos depósitos de patentes em relação ao biodiesel.

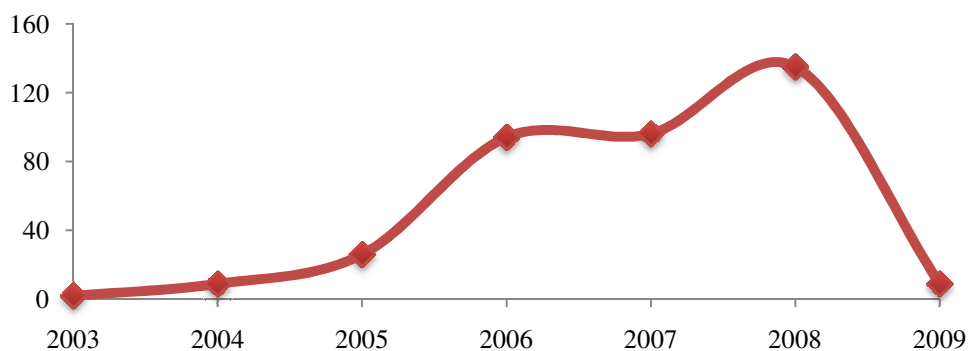


Figura 5: Evolução dos Depósitos das Patentes Chinesas. Fonte: Autoria própria, 2012.

Há uma expectativa de aumento de depósitos de patentes até 2020, em conformidade com as metas estabelecidas pelo “Mid-Long Term Development Plan for Renewable Energy”.

Novamente aqui, a centralização do Governo da República Popular da China na formulação de políticas públicas de Ciência e Tecnologia é comprovada.

A Figura 6 mostra os principais Códigos Internacionais de Patentes (IPCs).

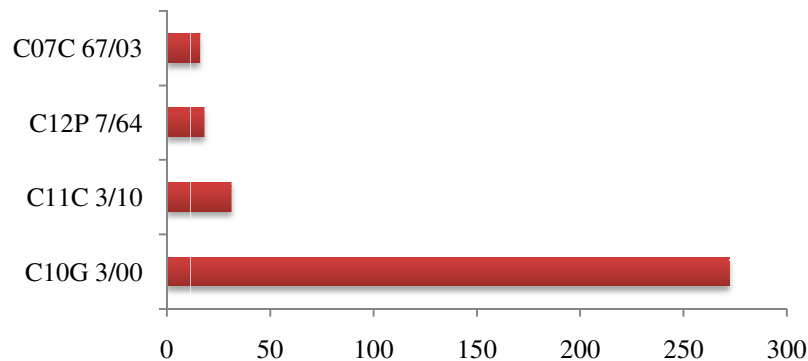


Figura 6: Códigos Internacionais de Patentes mais Citados. Fonte: Autoria própria, 2012.

Pode-se notar a forte predominância do Código da classificação C10G referente a “Craqueamento de óleos hidrocarbonetos; produção de misturas hidrocarbonetos líquidos, por ex., por hidrogenação destrutiva, oligomerização, polimerização recuperação de óleos hidrocarbonetos de óleo de xisto, areia oleaginosa ou gases; refino de misturas principalmente consistindo de hidrocarboneto; reforma de nafta; ceras minerais”. A seguir vem o C11C referente a “Ácidos graxos derivados de gorduras, óleos ou ceras; velas; gorduras, óleos ou ácidos graxos resultantes da modificação química de gorduras, óleos, ou ácidos graxos obtidos dos mesmos”. O Código C12P, referente a “Processos de fermentação ou processos que utilizem enzimas para sintetizar uma composição ou composto químico desejado ou para separar isômeros óticos de uma mistura racêmica” aparece como o terceiro mais citado. Por fim, o Código C07C referente a “Compostos acíclicos ou carbocíclicos”. Os resultados encontrados sugerem que a rota de craqueamento ou pirólise é a mais difundida na China.

Já a Figura 7 mostra os maiores depositantes, onde constam três universidades, além da holding Shanghai Zhongyou. É interessante notar que parece já existir uma cultura disseminada nas Universidades Chinesas de propriedade intelectual, uma vez que as intuições acadêmicas aparecem como grandes depositantes. Observa-se que a Tsinghua University, além da alta produção científica no tema, também se destaca na produção tecnológica, sendo líder do depósito de patentes na China no campo biodiesel.

A Figura 8 apresenta o cluster dos principais inventores chineses, assim como a sua relação com os maiores detentores das patentes. O principal depositante é a Tsinghua University. Em seguida, a Shanghai Zhongyou Holding Co., Ltda. É uma das maiores empresas de Shanghai, com mote na inovação tecnológica, na vanguarda da indústria. Não se observa, ao menos entre os principais inventores e depositantes, a interação Universidade-Empresa, uma vez que não há compartilhamento de titularidade entre a Shanghai Zhongyou Enterprise Group e as Universidades com maior depósito de patentes. A interação Universidade-Empresa poderia intensificar a cooperação tecnológica entre universidades o setor produtivo em geral, contribuindo para a elevação significativa das atividades de C&T em biodiesel na China.

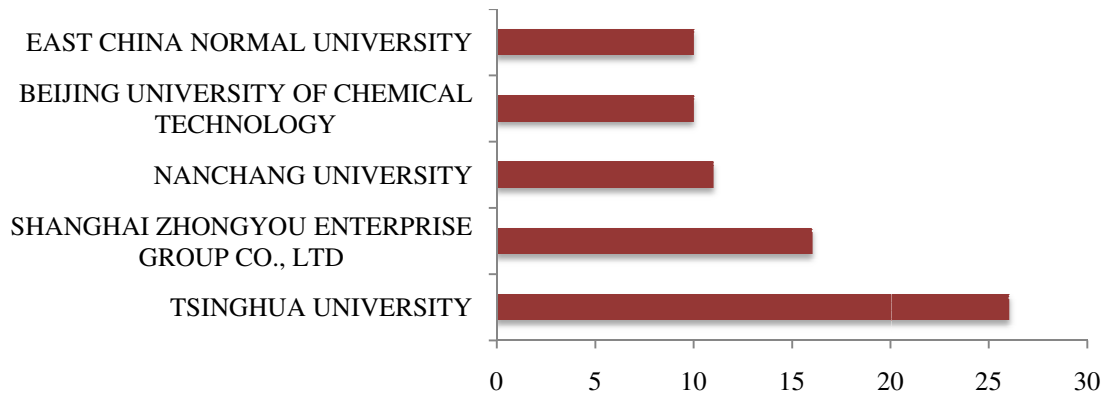


Figura 7: Principais Depositantes. Fonte: Autoria própria, 2012.

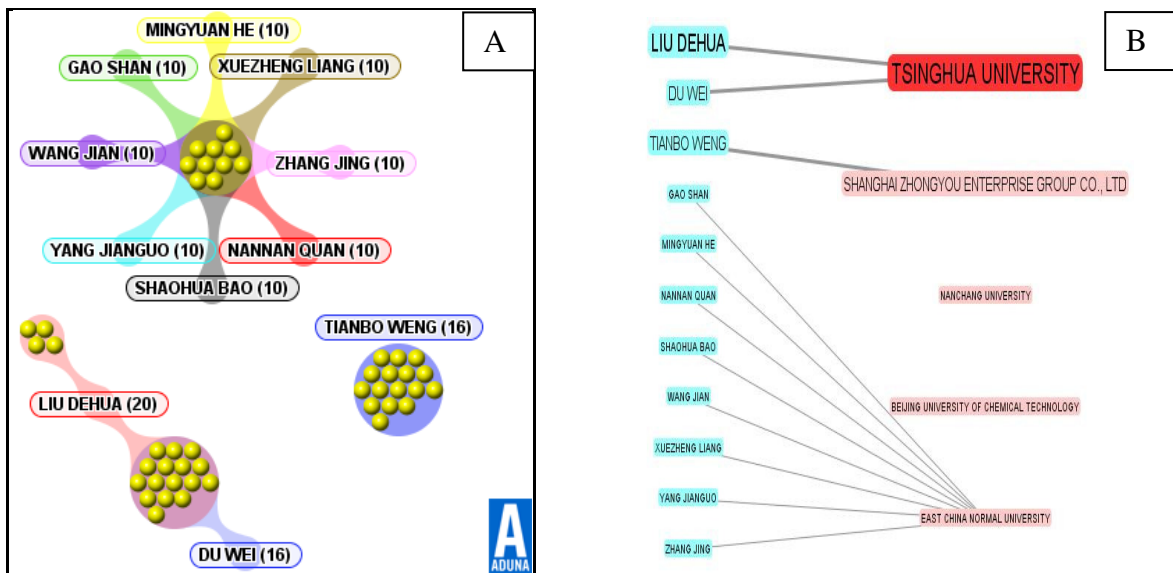


Figura 8 : A Cluster dos Principais Inventores e B- Principais Inventores e suas relações com Principais Depositantes. Fonte: Autoria própria, 2012.

CONCLUSÃO

A expressiva a produção científica em biodiesel, posiciona a República Popular da China na segunda posição mundial em número de publicações indexadas nessa temática. A China perde apenas para os Estados Unidos países em que o desenvolvimento da cadeia do biodiesel é programa governamental. Do mesmo modo, a China também figura como um dos maiores depositantes de patentes em biodiesel no mundo. Os resultados encontrados evidenciam o centralismo do Governo da República Popular da China., uma vez que as recentes políticas estabelecidas pelo Governo , visando uma matriz mais limpa e a segurança energética, foram determinantes no estabelecimento de um ambiente favorável à P&D, impulsionando, portanto, o desenvolvimento científico e tecnológico em biodiesel no país, como exposto no trabalho aqui apresentado.

PERSPECTIVAS

As questões de uso da terra agrícola e água na República Popular da China constituem fatores limitantes para a expansão da participação do biodiesel na matriz energética chinesa. Ou seja, é preciso maiores investimentos em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) para que a produção de biodiesel de Segunda, Terceira e Quarta gerações, em grande escala, seja viável, suprindo as altas demandas energéticas que a China necessita para expansão do seu crescimento econômico, sem que seja ameaçada a segurança alimentar do país.

REFERÊNCIAS

- ATABANI, A.E. A comprehensive review on biodiesel as an alternative energy resource and its characteristics. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, p. 2070–2093, 2012.
- CHEN, L. The status, predicament and countermeasures of biomass secondary energy production in China. Elsevier. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, 6212–6219, 2012.
- DEMIRBAS, A. Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections. **Energy conversion and management**, v. 49, p. 2106, 2008.
- IEA. International Energy Agency. Energy Information Administration, Energy Outlook 2011 Disponível em: <<http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484%282011%29.pdf>>. Acessado em: 00 mar. 2012.
- MACHADO, B. A. et al. Mapeamento Tecnológico do Glicerol/Glicerina sob o enfoque em documentos de patentes depositados no Brasil. **Cadernos de Prospecção**, v. 5, n. 1, 2012.
- NATIONAL FOUNDATION OF CHINA- NSFC. Disponível em: <http://www.nsf.gov.cn/e_nsf/desktop/zn/0101.htm>. Acesso em out.2012.
- PLÁ, J. A. Histórico do biodiesel e suas perspectivas. Julho de 2003. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/decon/hp/publionline/textosprofessores/pla/biodiesel.pdf>> acesso em: Set.2010.
- QIANG, L. New power generation technology options under the greenhouse gases mitigation scenario in China. **Energy Policy**, v. 37, 2440–2449, 2009.
- QUINTELLA, C. M. et al. Cadeia do biodiesel da bancada à indústria: uma visão geral com prospecção de tarefas e oportunidades para P&D&I. **Quím. Nova**, v. 32, p. 793-808, 2009.
- RAIMUNDO, L. C.; AZEVEDO, C. A. L. A emergência da China e suas relações com América Latina e África .Campinas. Disponível em: <http://geopr1.planalto.gov.br/saei/images/publicacoes/ofta_2011_china-america_latina-africa2.pdf>. Acessado em: 00 out. 2012.
- SAHOO, D.; ELANGBAM, G.; DEVI, S. S. Using algae for carbon dioxide capture and biofuel production to combat climate change. **Phykos**, v. 42, n. 1, p. 32-38, 2012.
- TSINGHUA UNIVERSITY. Disponível em: <<http://www.tsinghua.edu.cn/publish/then/index.html>>. Acesso em out.2012.