

Patenteamento de tecnologias relacionadas a energias renováveis: o caso do biodiesel

**Márcia França Ribeiro
Fernandes dos Santos**
marciafribeiro@yahoo.
com.br
CEFET/RJ

Cristina Gomes de Souza
cgsousa@cefet-rj.br
CEFET/RJ

**José Antônio Assunção
Peixoto**
jpeixoto@cefet-rj.br
CEFET/RJ

Resumo

Neste trabalho foi realizado um estudo de tendências tecnológicas sobre biodiesel com base em informações extraídas de documentos de patentes. O termo "documento de patente" abrange pedidos de patente publicados ou patentes concedidas. O Escritório de Patentes Europeu (European Patent Office) foi utilizado como fonte de dados. Os dados foram obtidos através da Internet, utilizando o biodiesel como uma palavra-chave e a opção de pesquisa avançada. Foram mapeados a evolução dos documentos de patentes, os principais países contribuintes, tipos de depósitos de patentes e as principais linhas de pesquisa sobre biodiesel.

Palavras-chave: Biodiesel. Patentes. Tendências tecnológicas.

Abstract

In this work a study of technological tendencies in biodiesel was carried out, based on information extracted of patent documents. The term "patent document" covers published patent applications or granted patents. The Espacenet of EPO (European Patent Office) was used as the data source. The data were obtained through the Internet, using biodiesel as a keyword search and the option of advanced search. Have been mapped the evolution of the documents of patents, the majors countries contributing, type of patent depositor and the main lines of research on biodiesel.

Keywords: Biodiesel. Patents. Technological tendencies.

1 Introdução

Nos últimos anos, a preocupação mundial crescente com a questão ambiental aliada à elevação do preço do petróleo - e às incertezas associadas a seu mercado - criaram uma necessidade e uma oportunidade. A necessidade mundial é de se encontrar fontes de energia mais baratas e menos agressivas ao meio ambiente. A oportunidade refere-se ao uso de novas tecnologias, em especial os chamados biocombustíveis, em substituição aos combustíveis de origem fóssil.

As economias mundiais apresentam uma grande dependência do petróleo, principal insumo da matriz energética global, com participação de cerca de 36% (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2006). No entanto, tal combustível não renovável tem causado sérios danos à natureza, pondo em risco a sobrevivência da vida na Terra.

Como exemplo de prejuízos à natureza, citar-se-á o aquecimento global, assunto presente na pauta de discussões de todas as nações, que é provocado pelo Efeito Estufa. A camada de gases que está sobre o planeta permite a passagem de parte dos raios infravermelhos vindos do Sol, que quando atingem a superfície do planeta, geram calor que fica retido pela camada de gases – semelhante à forma com que o vidro retém calor de uma estufa.

O problema é que o excesso de partículas de dióxido de carbono (CO₂), liberadas principalmente pela queima de combustíveis como carvão, óleo e gás, agrava a situação em função do aumento da atividade humana. Tais partículas também retêm o calor do Sol, e quanto mais partículas ficam acumuladas, mais quente fica a Terra, provocando assim o aquecimento global (DIAS, 2006).

Os resultados do aquecimento global podem ser vistos com a manifestação de fenômenos tais como: derretimento das camadas polares que pode elevar o nível do mar provocando, assim, o desaparecimento de ilhas e terrenos de baixa altitude e alterações climáticas que causam tempestades ou estiagens (DELGADO, 2007).

E esta ameaça não fica restrita apenas à questão ambiental – também afeta o plano econômico. Os três maiores produtores de petróleo são Arábia Saudita, Rússia e EUA (ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, 2007); no entanto, as principais reservas de petróleo se concentram em países do Golfo Pérsico, região esta marcada por uma instabilidade política principalmente em função do Iraque.

Considerando-se que o petróleo não é renovável, cada barril processado é um barril a menos nas reservas mundiais. Por estar concentrado em poucos países e por encontrar-se cada vez mais escasso, são verificados aumentos sucessivos na sua cotação internacional.

Por essas razões, o petróleo tem sido objeto de disputa política e poder econômico, motivado pelo fato de ser este o principal produto energético (concentrado em poucas regiões do mundo) sob o qual está fundamentada toda a economia mundial.

Devido aos fatores ambientais e econômicos anteriormente mencionados, aliados à desigualdade na distribuição de renda mundial, os países ao redor do globo, em especial os dependentes do petróleo, passaram a se preocupar com a questão do desenvolvimento sustentável. De acordo com o Relatório Brundtland desenvolvimento sustentável “é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades” (NOSSO FUTURO COMUM, 1988)

Neste contexto, estudos a respeito de novas fontes de energia, em especial aquelas renováveis, têm despertado o interesse de grande parte dos países. O uso dos chamados biocombustíveis, que apresentam aplicações em várias áreas, passou a ser incentivado como oportunidade para atenuar os problemas apontados.

O Brasil apresenta uma série de vantagens comparativas e competitivas, como condições climáticas favoráveis e vasto conhecimento adquirido com relação à agricultura tropical, que o levam a uma posição de destaque no cenário da produção de biocombustíveis (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2006).

Com o Programa Pró-Álcool na década de 70, o país tornou-se um dos pioneiros no uso de biocombustíveis onde carros circulavam com o álcool, extraído da cana-de-açúcar, e que atualmente é adicionado à gasolina. O álcool apresenta algumas vantagens quando comparado à gasolina, pois é cerca de 25% menos poluente do que esta. Além disso, o uso do álcool misturado à gasolina ajudou o Brasil a atingir a auto-suficiência na produção de petróleo (ROTHKOPF, 2007).

O biodiesel, óleo combustível obtido principalmente de oleoginosas, também tem sido alvo de pesquisas no Brasil, estimulado pelo fato de que a partir do ano de 2008, será adicionado em 2% ao diesel em conformidade com a Lei 11.097/2005 que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira (BIODIESEL, 2007).

Este trabalho teve como objetivo realizar um monitoramento informacional sobre as tecnologias de biodiesel no mundo, com base em informações extraídas de documentos de patentes. Foram identificadas diversas questões, tais como: a evolução de seu desenvolvimento tecnológico; a origem dos documentos; e as principais linhas de pesquisas que estão sendo desenvolvidas. Cabe destacar que o estudo é de grande relevância de modo a se traçar um panorama acerca da patentabilidade sobre biodiesel, procurando auxiliar os formuladores de políticas públicas e tomadores de decisão no sentido de mapear as principais iniciativas das pesquisas sobre biodiesel.

2 Características do biodiesel

O biodiesel é definido como um combustível composto de mono-alquil-éteres de ácidos graxos de cadeia longa, apresentando ou não duplas ligações, derivado de fontes renováveis, tais como óleos vegetais, gorduras animais e óleos oriundos de frituras usadas (BOROMI & RAMOS, 2004 *apud* PENTEADO, 2005).

A Lei Brasileira 11.097 (2005) propõe uma conceituação mais abrangente, considerando que permite o uso do biodiesel como outras fontes de energia que não seja só como combustível para veículos, uma vez que conceitua biodiesel como “biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil”.

Os óleos vegetais mais usados no Brasil são aqueles oriundos das oleoginosas como soja, mamona, palma (dendê), girassol, babaçu, algodão, girassol (BIODIESEL, 2007). Segundo a Oil World (BRASIL ECODIESEL, 2007), a União Européia (UE) utiliza a canola como matéria-prima para produzir biodiesel e os Estados Unidos (EUA) utilizam principalmente a soja, palma, canola e girassol.

O biodiesel é obtido por diferentes processos químicos como esterificação, craqueamento ou transesterificação, a partir de óleos vegetais, gorduras animais ou resíduos industriais e residenciais.

A reação de esterificação consiste na obtenção de ésteres; no caso do biodiesel, a partir de álcoois de baixo peso molecular (metanol ou etanol) e ácidos graxos livres ou seus derivados. A catálise, que pode ser alcalina ou ácida, apresenta desvantagens como a formação de sabão – que desfavorece a reação – e a remoção do resíduo do catalisador, respectivamente (OLIVEIRA, 2004).

A reação de craqueamento, que visa dividir em partes menores o óleo vegetal de modo a melhorar as características do mesmo, pode acontecer pela ação do calor (térmico) e/ou do catalisador (catalítico). O craqueamento térmico faz uso de altas temperaturas, na faixa de 400°C; no craqueamento catalítico as moléculas do óleo vegetal são quebradas na presença de catalisadores, e submetidas a uma temperatura em torno de 300°, até a formação de cadeias lineares de carbono na faixa do petróleo mineral, com uma concentração entre 12 e 20 carbonos (COELHO, 1982).

O processo de transesterificação é o mais difundido no mundo e no Brasil e envolve a reação química de triglicerídeos, ou seja, óleos e gorduras vegetais ou animais, com álcoois (metanol ou etanol), catalisada por uma base (mais usual), ácido ou enzima, formando um éster (biodiesel) e glicerina (PLANO NACIONAL DE AGROENERGIA, 2006). A Figura 1 apresenta as etapas do processo para a obtenção de biodiesel por meio da reação de transesterificação, ressaltando a geração de um subproduto principal, a glicerina, que encontra diversas aplicações na indústria química após a sua destilação (PLÁ, 2002 *apud* RATHMANN et. al, 2006).

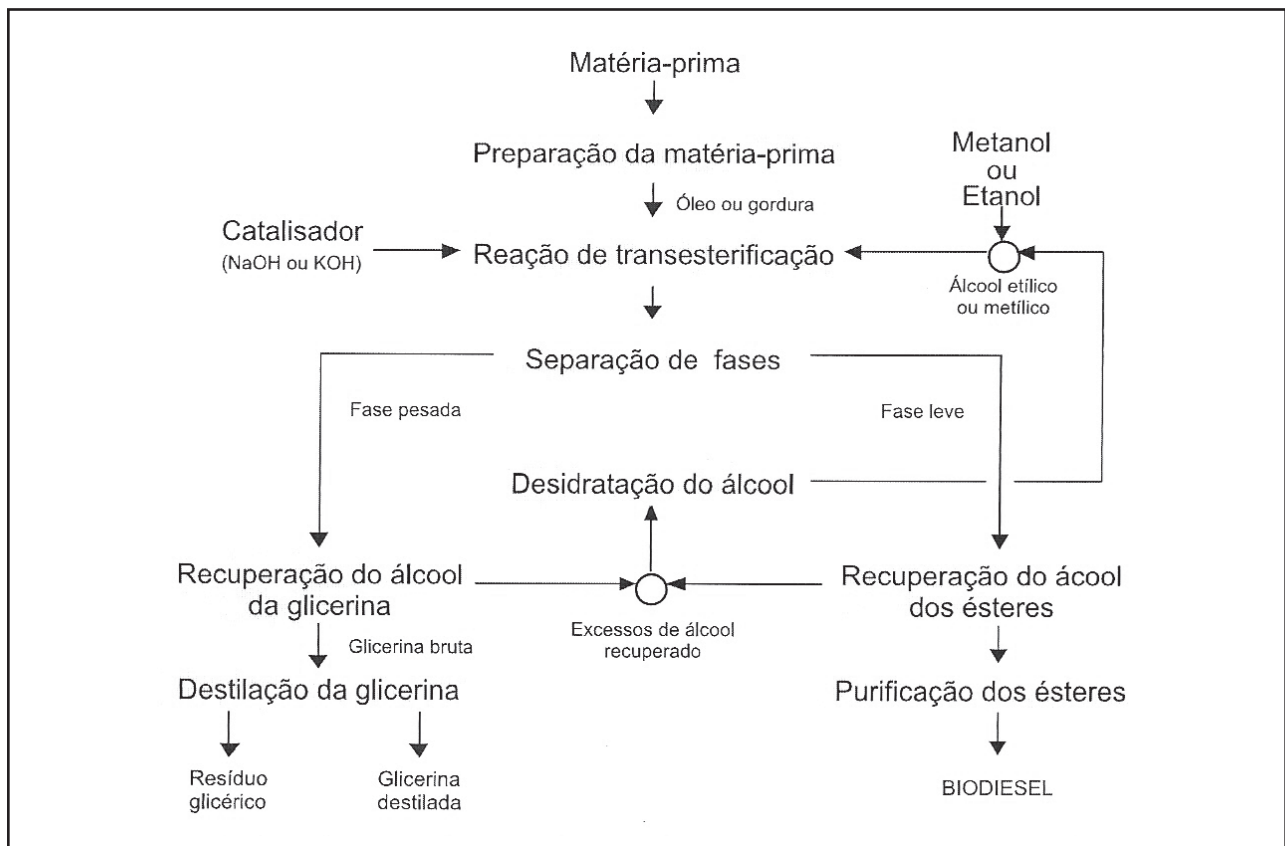


Figura 1: Obtenção de biodiesel por meio da reação de transesterificação.

Fonte: Plano Nacional de Agroenergia (2006)

O processo de transesterificação envolve as seguintes etapas (CADERNOS NAE, 2004): (i) o álcool e o catalisador são misturados em um tanque com um agitador; (ii) o óleo vegetal é colocado em um reator fechado contendo a mistura álcool/catalisador; o reator é usualmente aquecido à aproximadamente 70°C para aumentar a velocidade da reação, que leva entre 1 a 8 horas; (iii) ao término da reação, quando se considera convertido um nível suficiente de óleo vegetal, os ésteres (biodiesel) e a glicerina são separados por gravidade, podendo ser adotadas centrífugas para agilizar o processo; (iv) o álcool em excesso é separado do biodiesel e da glicerina por evaporação sob baixa pressão (evaporação flash) ou

por destilação, e retorna ao processo; e (v) o biodiesel deve ser purificado e, em alguns casos, lavado com água morna para remover resíduos de catalisador e sabões.

A reação de transesterificação via metílica é a mais utilizada em todo o mundo (OLIVEIRA, 2007) por ser menos complexa do que a etílica. As duas principais distinções entre tais rotas consistem no fato de que a reação utilizando o etanol é mais lenta e a separação das fases (glicerina-biodiesel-álcool) é mais complexa (Prates et al, 2007). Isto se justifica pelo fato de que o etanol apresenta um tamanho maior do que o metanol, exigindo maior sofisticação no processo (SCHUCHARDT et al, 1998 *apud* CADERNOS NAE, 2004).

Apesar da maior complexidade, a utilização do etanol na produção do biodiesel desperta interesse da comunidade internacional por ser menos agressivo ao meio ambiente do que o metanol, por ser renovável e por apresentar baixa toxicidade (CADERNOS NAE, 2004). No entanto, em função do seu preço (superior ao do metanol) e por estar em vias de se tornar uma *commodity* – ou seja, um produto final pronto para a comercialização –, usá-lo como insumo para produção de biodiesel poderia ser encarado como um contra-senso para muitos economistas (OLIVEIRA, 2007).

O metanol, por sua vez, também apresenta algumas desvantagens: é obtido a partir do gás natural ou extraído do petróleo, portanto, não é renovável (OLIVEIRA, 2007); apresenta maior toxicidade e menor poder de combustão – segundo Prates et al (2007 p.47) “o biodiesel produzido com metanol possui número de cetanas (medida que assegura a boa combustão em motores de ignição por compressão ciclo diesel) inferior ao biodiesel produzido com etanol”.

3 Metodologia

Foi utilizada como fonte de dados o banco de documentos de patentes do *Espacenet* (ESPACENET, 2007), especificando *biodiesel* como palavra-chave que constassem tanto no resumo como do título das patentes e selecionando a opção de busca *advanced search*. O termo documento de patente abrange pedidos de patente publicados ou patentes concedidas. O estudo de prospecção tecnológica foi realizado em um volume de documentos de patentes entre os anos de 1998 e 2005. Ao final da pesquisa, foram registradas um total de 145 documentos de patentes e foram excluídos os documentos de patentes: repetidos, ou seja, aqueles depositados em diferentes países e que tem como objeto a mesma invenção; e aqueles cujos resumos não se encontravam disponibilizados na Internet.

4 Resultados e discussão

A Figura 2 apresenta a evolução do depósito de documentos de patentes relacionados ao tema biodiesel e mostra que durante os anos de 1999 até 2002, o número de documentos de patente se manteve constante; a partir do ano de 2003 os dados encontrados revelam que houve um aumento exponencial deste número, evidenciando o interesse que o assunto vem despertando em empresas, universidades e pesquisadores em todo mundo considerando as informações apresentadas a respeito do mercado mundial do biodiesel.

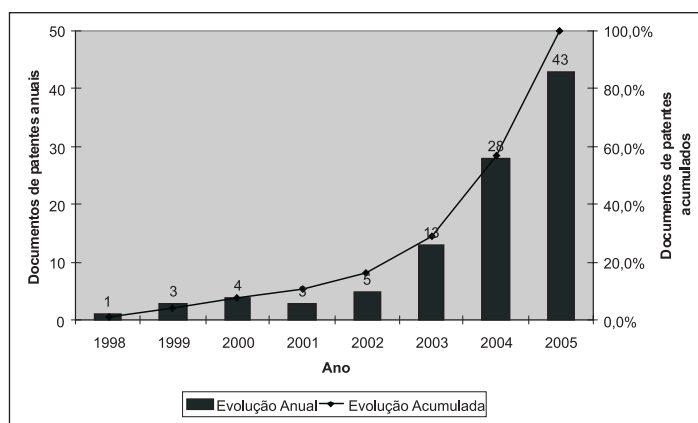


Figura 2: Evolução dos documentos de patentes sobre biodiesel.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do *ESPACENET* (2007).

Cabe destacar que nos primeiros cinco anos estudados (1998-2002) foram depositados apenas 29,0% dos documentos de patentes catalogados nesta base de dados no período analisado, ou seja, nos oito anos entre 1998 e 2005, houve um predomínio de depósitos de documentos de patentes nos últimos três anos – 71,0% do total.

Quanto à origem destes documentos de patentes foram mapeados os principais países depositantes e os tipos de depositantes tais como Empresas, Centros de Pesquisa, Universidades e Pessoas Físicas.

A Figura 3 apresenta um panorama geral da maior parte dos países depositantes de documentos de patente no período analisado. A distribuição por países depositantes apontou os Estados Unidos como o principal responsável pelos depósitos de patentes sobre biodiesel, respondendo por cerca de 31% do total destes, seguido de Alemanha, China e Japão com com 7%, 6% e 4% respectivamente.

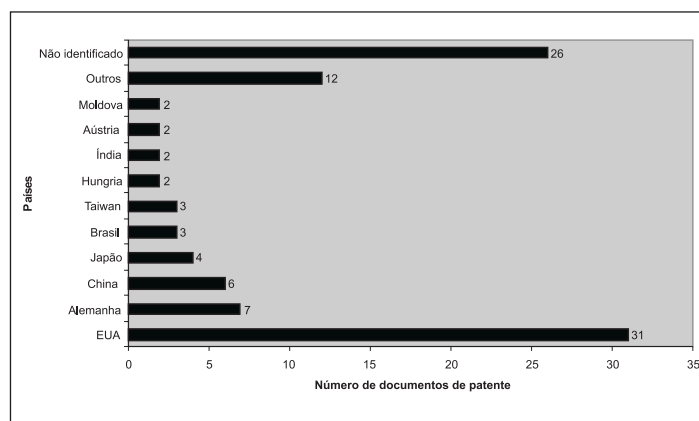


Figura 3: Países depositantes de documentos de patentes sobre biodiesel.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do *ESPACENET* (2007).

A Figura 4, que apresenta a distribuição dos documentos de patentes por tipos de depositantes, mostra a grande participação das empresas como um dos depositantes (com cerca de 58,0% de atuação); seguida de pessoas físicas (com uma parcela de 37%) e das universidades, centros e institutos de pesquisa (com 17%). As principais empresas identificadas foram a Stepan Co., Eletric Power DEV CO e CDM Consulting com cinco documentos de patentes cada.

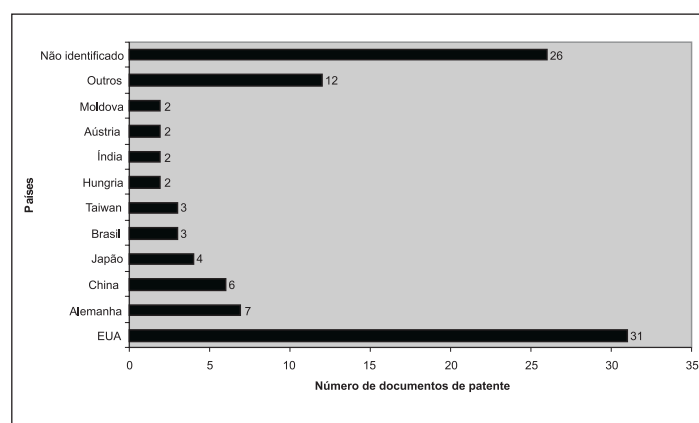


Figura 4: Tipos de depositantes de documentos de patente sobre biodiesel.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do *ESPACENET* (2007).

Foram identificados 13 órgãos diferentes, dentre os quais estão as universidades, centros e institutos de pesquisa, com depósitos de patentes, que estão listadas na Tabela 1.

Tabela 1: Órgãos com depósitos de documentos de patentes

Universidades/Centros/Institutos de Pesquisa	Nº de documentos de patentes
Univ. Tsinghua (China)	3
Univ. de Nebraska (EUA)	2
Council Scient. Ind Res (Índia)	2
Univ. Carnegie Melon (EUA)	1
Univ. Minesota (EUA)	1
Univ. Missisipi (EUA)	1
Univ. Iowa Res Found (EUA)	1
Micro Organism Inst. Chinese AC (China)	1
Inst. Of Oil Crops Chinese Acad. (China)	1
Univ. Beijing Chemical (China)	1
Penn State Res Found (EUA)	1
Korea Energy Research Inst	1
Inst. De Chimie al Academiei DE (Romênia)	1
Total	17

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do *ESPACENET* (2007).

O objeto de estudo das invenções sobre o biodiesel encontradas na pesquisa são apresentadas na Figura 5. As linhas de pesquisa, definidas de acordo com aquelas da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (BIODIESEL, 2007), são definidas separadamente, para que se entenda melhor cada uma delas.

Agricultura: refere-se a invenções relacionadas a variedades vegetais e oleginosas; economia e modelagem de sistemas; e processamento e transformação.

Armazenamento: refere-se a invenções relacionadas a critérios e formas de armazenamento do biodiesel e de suas misturas envolvendo biodiesel e diesel, bem como o desenvolvimento de aditivos, de modo a alcançar as condições ideais de condicionamento do combustível.

Caracterização e Controle da Qualidade (CCQ): refere-se a invenções relacionadas a caracterização de óleo in natura, do combustível e suas misturas (biodiesel e diesel), provenientes de diversas matérias primas, com análise da qualidade segundo critérios e normas estabelecidos, visando maior praticidade e economicidade.

Co-produtos: refere-se a invenções relacionadas ao destino e uso dos co-produtos, tais como glicerina, torta, farelo, etc., para garantir a agregação de valor e a geração de outras fontes de renda para os seus produtores.

Produção: refere-se a invenções relacionadas ao desenvolvimento/otimização de tecnologias para produção de biodiesel tanto em laboratório como em escalas adequadas às produções locais de óleo visando garantir a qualidade e economicidade das plantas.

A Figura 5 revela que 62, do total de 100 documentos de patente analisados, reivindicam a produção de biodiesel, indicando ser este o maior objeto de interesse dentro da área de pesquisa e desenvolvimento das empresas, universidades e pessoas física em geral.

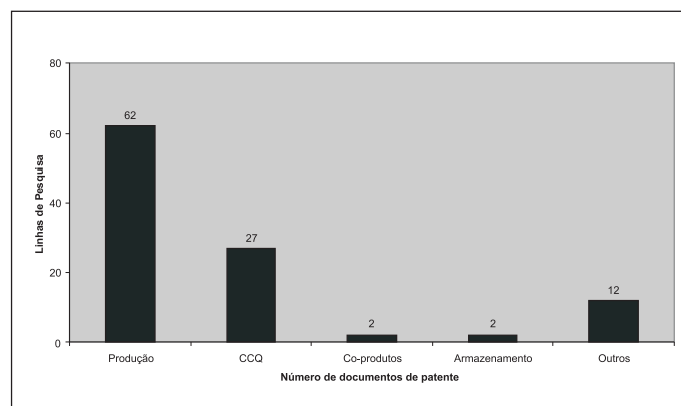


Figura 5: Número de documentos de patente por linhas de pesquisa.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do *ESPACENET* (2008)

Segue-se, 27 documentos de patente de invenção referentes à caracterização e controle da qualidade do biodiesel. Dois documentos reivindicam novas formas de armazenamento e novos destinos para os co-produtos gerados na produção de biodiesel e 12 tratam de outras aplicações relacionadas ao tema em estudo.

4 Conclusão

A partir do estudo realizado no período de 1998 a 2005, com análise de 100 documentos de patente sobre biodiesel, pode-se obter algumas conclusões, tais como:

O número de documentos de patentes se manteve constante; a partir do ano de 2003 os dados encontrados revelam que houve um aumento exponencial deste número, evidenciando o interesse que o assunto vem despertando em empresas, universidades e pesquisadores em todo mundo considerando as informações apresentadas a respeito do mercado mundial do biodiesel.

Observa-se que 48% dos documentos de patente sobre biodiesel foram depositadas pelos Estados Unidos, Alemanha, China e Japão. Quanto aos tipos de depositantes, as empresas foram as que tiveram o maior número de depósitos, seguida das pessoas físicas e universidades/centros e institutos de pesquisa, com destaque para as empresas Stepan Co., Eletric Power DEV CO e CDM Consulting com cinco documentos de patentes cada.

Quanto ao objeto de estudo das invenções sobre o biodiesel, 62 documentos de patentes analisados, reivindicam a produção de biodiesel, indicando ser este o maior objeto de interesse dentro da área de pesquisa e desenvolvimento dos depositantes de documentos de patente. As tendências atuais de desenvolvimento das tecnologias de produção de biodiesel estão direcionadas de modo a superar as desvantagens do uso do etanol na transesterificação dos óleos vegetais, bem como viabilizar os processos não-catalíticos sem geração de subprodutos como descrito no documento WO2005017075 publicado em 24/02/2005.

Considerando a carência de estudos acerca de informações tecnológicas sobre o biodiesel, esta metodologia se mostrou uma iniciativa válida para o monitoramento informacional sobre biodiesel. As pesquisas e os estudos sobre o tema poderão estimular as invenções que, quando aplicadas ao mercado, se transformam em inovações, que vêm a ser a mola mestra da economia fundamentada no conhecimento.

Tais inovações relacionadas aos biocombustíveis geram divisas, empregos e são menos agressivas ao meio ambiente, garantindo, assim, que as nações mundiais possam se desenvolver de maneira sustentável.

No entanto, há que se ter em mente que esta tecnologia, como qualquer outra desenvolvida pelo homem, apresenta pós e contra que devem ser cuidadosamente analisados para que se escolha a melhor alternativa dentro do paradigma de desenvolvimento sustentável. É fundamental que não somente os aspectos econômicos prevaleçam nesta discussão, mas que fatores ambientais e sociais sejam levados em consideração para garantir a sobrevivência das futuras gerações.

Referências

- BIODIESEL. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br>>. Acesso em: 30 abr. 2007.
- BRASIL. Lei 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 14 de janeiro de 2005, número 11097.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de produção e Agroenergia *Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011*. 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110 p.
- BRASIL ECODIESEL. Disponível em: <www.brasilecodiesel.com.br>. Acesso em: 30 abr. 2007.
- CADERNOS NAE. Brasília, DF: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica, n. 2, jul. 2004.
- COELHO, J. C. *Biomassa, biocombustíveis, bioenergia*. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 1982. 100 p.
- DELGADO, J. J. S. *Desenvolvimento sustentável e a indústria química brasileira: análise das posturas empresariais e proposta de desdobramento das suas estratégias*. 2007. 212 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético)-COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- DIAS, M. C. E. *O paradigma do efeito estufa: do século XIX ao século XXI*. 2006. 205 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. Official Energy Statistics from the US Government. Disponível em: <www.eia.doe.gov>. Acesso em: 18 ago. 2007.

ESPACENET. Disponível em: <<http://ww.espacenet.com>>. Acesso em: 30 abr. 2007.

OLIVEIRA, L. B. Potencial de aproveitamento energético de lixo e de biodiesel de insumos residuais no Brasil. 2004. 237 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético)- COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

OLIVEIRA, M. *Biodiesel em ascensão*. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br>. Acesso em: 30 maio, 2007.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Nosso futuro comum*. Rio de Janeiro: FGV, 1988. 430 p.

PENTEADO, M. C. P. S. *Identificação dos gargalos e estabelecimento de um plano de ação para o sucesso do programa brasileiro de biodiesel*. São Paulo, 2005. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Automotiva)-Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

PRATES, C. P. T. et al. Formação do mercado de biodiesel no Brasil. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 25, p. 39-64, mar. 2007.

RATHMANN, R. et al. Biodiesel: uma alternativa estratégica na matriz energética brasileira? In: CONGRESSO DA REDE DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1., 2006, Brasília, DF. *Anais...* Brasília, DF: REDE DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 2006. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br>>. acesso em: 10 out. 2006

ROTHKOPF, G. *A Blueprint for green energy in the Americas: strategic analysis for Brasil and the Hemisphere: featuring the Global Biofuels Outlook 2007*. Washington, DC.: Inter-American Development Bank, 2007. 669 p.

SOBRE OS AUTORES

Márcia França Ribeiro Fernandes dos Santos

Engenheira Química, UFRJ e Engenheira de Produção, CEFET-RJ. Mestre em Tecnologia, área de inovação, CEFET-RJ. Analista em Ciência e Tecnologia IBGE. Doutoranda em Engenharia Química, área de inovação, UFRJ.

Cristina Gomes de Souza

Arquiteta, UFRJ. Mestre e Doutor em Engenharia de Produção UFRJ. Prof. Titular de Pós-Graduação CEFET-RJ.

José Antônio Assunção Peixoto

Engenheiro, UFRJ. Mestre e Doutor em Engenharia de Produção UFRJ. Prof. Titular de Pós-Graduação CEFET-RJ.

Recebido em: 26.04.2009

Aceito em: 05.11.2009

Revisado em: 22.11.2009