

UTILIZAÇÃO DE ADITIVOS NATURAIS A PARTIR DA *Moringa oleifera* LAM PARA O MELHORAMENTO DA ESTABILIDADE OXIDATIVA DO BIODIESEL

USE OF ADDITIVES NATURAL FROM *Moringa oleifera* LAM FOR IMPROVEMENT OF OXIDATIVE STABILITY OF BIODIESEL

Djalma Batista Oliveira Filho¹; Fernanda Rocha Morais França²; Mikele Cândida Sousa Sant'Anna³; Maristela de Fátima Símplicio de Santana⁴; Nadjma Souza Leite⁵; Gennaro Junho Gama⁶; Gabriel Francisco da Silva⁷

¹Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
djalmaoliveira@r7.com

²Universidade Federal da Bahia – UFBA – Salvador/BA – Brasil
morais_fr@gmail.com

³Universidade Federal de Pernambuco – UFPE – Recife/PE – Brasil
mikelecandida@gmail.com

⁴Instituto Nacional do Semiárido – Campina Grande/PB – Brasil
maristelasantana@insa.gov.br

⁵Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
nadjmasouza@hotmail.com

⁶Universidade da Geórgia – Atlanta – USA
gabriel@ufs.br

⁷Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
gabriel@ufs.br

Resumo

*O biodiesel é um combustível biodegradável, renovável e que apresenta características similares ao diesel, porém não apresenta uma boa estabilidade oxidativa. Diante dessa situação, o presente estudo objetivou avaliar os avanços tecnológicos na área de desenvolvimento de aditivos naturais utilizados no melhoramento da estabilidade oxidativa do biodiesel. Para a realização da busca de patentes utilizou-se a base da World Intellectual Property Organization (WIPO) e do European Patent Office (Espacenet). Avaliando o cenário mundial podemos caracterizar a prospecção quanto ao uso de aditivos de origem natural, já que no mercado a utilização de aditivos artificiais já se encontra muito utilizado. Principalmente na área de aditivos a partir da *Moringa oleifera* Lam, na qual segundo a busca realizada foi comprovada a quase inexistência de patentes sobre o assunto. Demonstrando assim uma área muito promissora e ótima para investir, já que a matéria-prima principal é uma planta encontrada com facilidade no Brasil.*

Palavras-chave: *Moringa oleifera* Lam, aditivo natural, prospecção tecnológica.

Abstract

*Biodiesel is a biodegradable fuel, renewable and that has characteristics similar to diesel, but does not present a good oxidative stability. Given this situation, the present study aimed to evaluate the technological advances in the development of natural additives used to improve the oxidative stability of biodiesel. To perform the search of patents have used the basis of the World Intellectual Property Organization (WIPO) and the European Patent Office (Espacenet). Assessing the global scenario we can characterize the prospect for the use of additives of natural origin, since the market the use of artificial additives is already widely used. Especially in the area of additives from the *Moringa oleifera* Lam, which was performed according to the search proved almost no patents related to the subject. Thus demonstrating a very promising area and great for investment, since the main raw material is a plant found in Brazil with ease.*

Key-words: *Moringa oleifera* Lam, natural additives, technological forecasting.

1. Introdução

A necessidade de novos investimentos no setor energético, devido ao aumento na demanda mundial de energia, tem conduzido o mundo à busca de novas alternativas. A crescente concentração de Dióxido de Carbono (CO₂) na atmosfera e outros gases que vem intensificando os problemas provocados pelo efeito estufa têm direcionado as pesquisas à procura de novas fontes, buscando priorizar as mais limpas (MENEGUELLO e CASTRO, 2007).

Biodiesel pode ser obtido de fontes renováveis, como óleos vegetais, através do processo de transesterificação (MONYEM et al., 2001 apud FERRARI, 2009; COSTA NETO, 2000), no qual ocorre a conversão de triglicerídeos em ésteres de ácidos graxos (ENCINAR et. al., 2002 apud FERRARI, 2009).

Embora suficientemente promissor, o biodiesel obtido por transesterificação é suscetível ao processo de oxidação (MOSER, 2009), quando exposto ao ar devido a composição química de cada oleaginosa, o perfil de ácidos graxos dos óleos e gorduras propicia no desenvolvimento da rancidez.

Foram observadas por BONDIOLI *et al.* citado por CAVALCANTI, 2007 alterações de qualidade do biodiesel e misturas como elevação da sua acidez, da sua corrosividade e a formação de produtos indesejáveis (como polímeros e depósitos) ao longo do tempo de estocagem. A estabilidade à oxidação é, portanto um parâmetro de grande importância para o controle da qualidade do biodiesel.

O estudo da estabilidade oxidativa do biodiesel é de fundamental importância para seu controle de qualidade, principalmente no que diz respeito a seu armazenamento. Ela é expressa como o período de tempo requerido para alcançar o ponto em que o grau de oxidação aumenta

abruptamente. O método padrão para a determinação dessa estabilidade utiliza equipamentos automáticos, sendo os mais conhecidos o método Rancimat e o PetroOXY(VELASCO, 2004). O Rancimat é o método mais utilizado para a determinação da estabilidade do biodiesel na forma finalizada, sob condições aceleradas de oxidação, de acordo com a norma EN 14112. Com base no método PetroOXY o tempo de análise é registrado como o tempo necessário para que a amostra absorva 10% da pressão de oxigênio à qual foi submetida no procedimento.

No sentido de manter o biodiesel dentro das especificações impostas pela ANP, aditivos antioxidantes, de origens sintéticas e naturais, e alto valor agregado, vêm sendo adicionados ao biocombustível. Os antioxidantes apresentam-se como alternativa para prevenir a deterioração oxidativa de derivados de ácidos graxos, uma vez que são substâncias capazes de retardar ou reduzir a velocidade da oxidação (POLAVKA et al., 2005; e LOH et al., 2006). Uma ótima opção de matéria-prima para esses aditivos, é a *Moringa oleífera* Lam, planta que possui ótimas características antioxidantes, tanto nas sementes, como em seus talos e folhas.

Pensando em verificar os problemas existentes neste contexto, aliado a ideia de minimizá-los e aprimorá-los, essa prospecção teve como objetivo analisar a quantidade de patentes relacionadas à aditivos naturais produzidos a partir da *Moringa oleífera* Lam.

2. Metodologia

Para a realização da busca de patentes foi utilizada como base os pedidos depositados no *World Intellectual Property Organization (WIPO)*, disponível gratuitamente em www.wipo.int/; e no *European Patente Office (ESPACENET)*, disponível em www.worldwide.espacenet.com/. Na busca, as palavras utilizadas em inglês foram: “additive* and biodiesel”, refinando de “natural additive* and biodiesel”, seguido de “additive* and biofuel”, refinando “natural additive* and biofuel” e por último “additive* and moringa”. Os resultados foram expressos por frequência da classificação internacional de patentes (CIP), do país de origem de depósito e do ano de depósito. A pesquisa foi realizada no mês de setembro de 2012.

3. Resultados e discussão

No quadro 1, estão expostas as classificações dos códigos internacionais de patentes que foram encontradas na pesquisa para melhor entendimento.

Quadro 1 – Classificação dos códigos internacionais de patentes.

A01N	Conservação de corpos de seres humanos ou animais ou plantas ou partes dos mesmos.
A23D	Óleos ou gorduras comestíveis.
A23K	Produtos alimentícios especialmente adaptados para animais; métodos especialmente adaptados para a produção dos mesmos.
A61K	Preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas.
B01J	Processos químicos ou físicos.
C04B	Cal; magnésia; escória; cimentos; suas composições.
C07C	Compostos acíclicos ou carbocíclicos.
C07J	Esteróides.
C07H	Açúcares; seus derivados; nucleosídeos; nucleotídeos; ácidos nucléicos.
C08F	Compostos macromoleculares obtidos por reações compreendendo apenas ligações insaturadas carbono-carbono.
C08L	Composições de compostos macromoleculares.
C09K	Materiais para aplicações diversas, não incluídas em outro local; aplicações de materiais não incluídos em outro local.
C10G	Craqueamento de óleos hidrocarbonetos; produção de misturas hidrocarbonetos líquidos, p. 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.
C10L	Combustíveis não incluídos em outro local; gás natural; gás natural de sintético obtido por processos não abrangidos pelas subclasses c10g ou c10k; gás liquefeito de petróleo; uso de aditivos em combustíveis ou ao fogo; acendedores de fogo.
C10M	Composições lubrificantes; uso de substâncias químicas quer isolada, quer como ingredientes lubrificantes em uma composição lubrificante.
C10N	Esquema de indexação associado à subclasse c10m, relacionado a metais.
C11B	Produção, por ex., por compressão de matérias-primas ou por extração a partir de substâncias de rejeitos, refinação ou preservação de óleos, substâncias graxas.
C11C	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
C12N	Micro-organismos ou enzimas; suas composições (biocidas, repelentes ou atrativos de pestes, ou reguladores do crescimento de plantas contendo micro-organismos, vírus, fungos microbianos, enzimas, fermentados, ou substâncias produzidas por, ou extraídas de, micro-organismos ou material animal a01n 63/00; preparado medicinais a61k; fertilizantes c05f); propagação, conservação, ou manutenção de micro-organismos; engenharia genética ou de mutações; meios de cultura (meios de ensaio microbiológico c12q 1/00).
C12P	Processos de fermentação ou processos que utilizem enzimas para sintetizar uma composição ou composto químico desejado ou para separar isômeros ópticos de uma mistura racêmica.

Fonte: Classificação Internacional de Patentes (CIP).

Iniciando a pesquisa pelo banco de dados da WIPO e utilizando as palavras *additive* and biodiesel* no campo *front page*, foram encontrados 130 documentos de pedidos de depósito de patentes, todos sendo distribuídos entre 2002 e 2012. Na figura 1, podemos perceber que o ano de

maior número de pedidos foi 2008 com 28 documentos, seguido de 2007 e 2009 com 25 e 17 documentos, respectivamente. Em relação à CIP, figura 2, a classificação predominante foi C10L (combustíveis não incluídos em outro local; gás natural; gás natural de sintético obtido por processos não abrangidos pelas subclasses c10g ou c10k; gás liquefeito de petróleo; uso de aditivos em combustíveis ou ao fogo; acendedores de fogo.), com 72 documentos. E conforme a figura 3, observamos que dentre a origem dos depósitos de patentes o WO = PCT (Tratado de Cooperação de Patentes), com 51 documentos de pedidos de depósitos de patentes, seguido pelo EP (European Patent Office) com 34 documentos, foram os com maiores números.

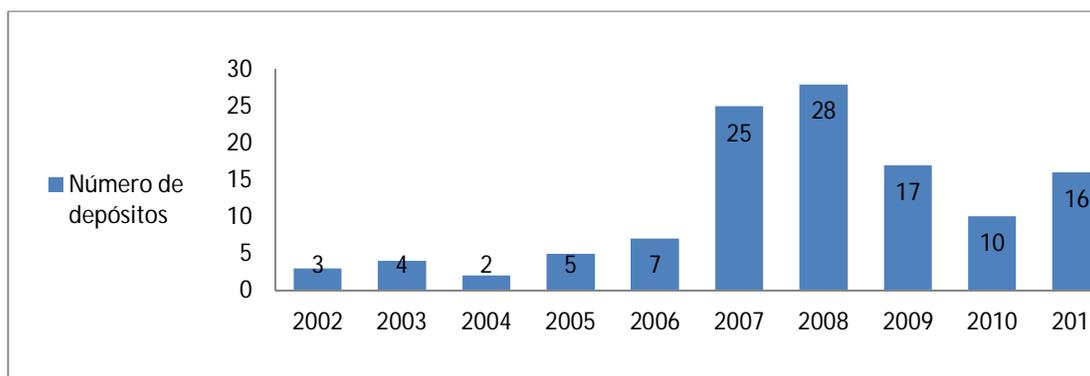


Figura 1. Número de documentos analisados na WIPO por ano de depósito para as palavras *additive** and *biodiesel*.

Fonte: Autoria própria (2012).

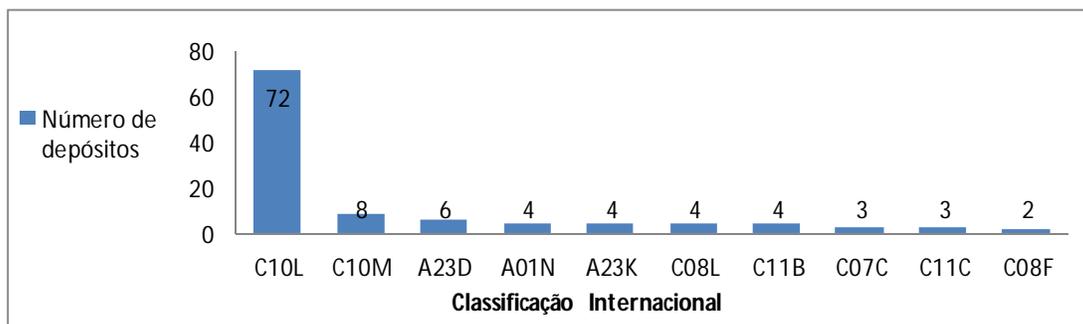


Figura 2. Número de documentos analisados na WIPO pela CIP. Análise por subclasses para as palavras *additive** and *biodiesel*.

Fonte: Autoria própria (2012).

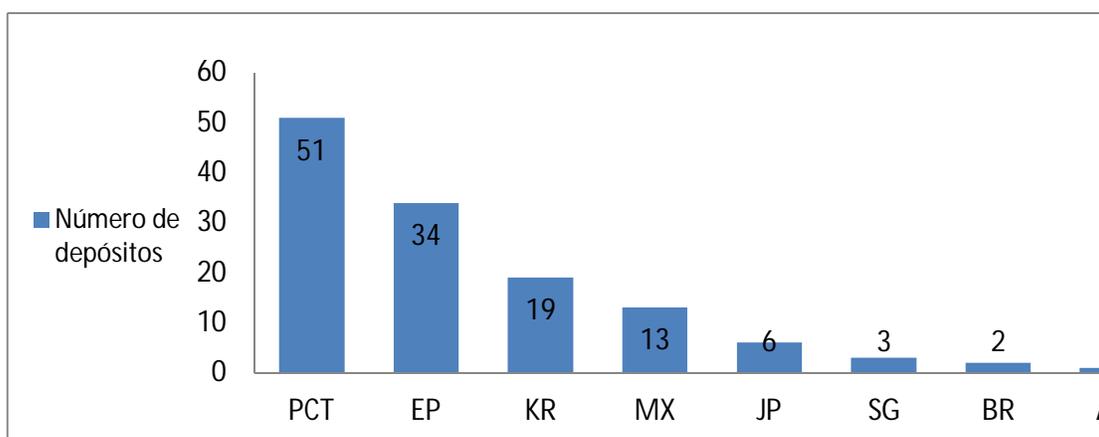


Figura 3. Número de documentos analisados na WIPO por país depositante para as palavras *additive** and *biodiesel*. Onde: WO = PCT = Tratado de Cooperação de Patentes; EP= Organização Européia de Patentes; KR= República da Korea; MX= México; JP= Japão; SG= Singapura; BR=Brasil; AR=Argentina; RU= Rússia.

Fonte: Autoria própria (2012).

Refinando-se a pesquisa, foram utilizadas as palavras *natural additive** and *biodiesel* e encontramos somente dois documentos, onde consta que 2009 foi o único ano a apresentar pedidos de depósitos.

Em relação à CIP, os dois números de pedidos de depósitos de patentes para as palavras citadas acima, foram A23K(produtos alimentícios especialmente adaptados para animais; métodos especialmente adaptados para a produção dos mesmos) e C10L(combustíveis não incluídos em outro local; gás natural; gás natural de sintético obtido por processos não abrangidos pelas subclasses C10G ou C10K; gás liquefeito de petróleo; uso de aditivos em combustíveis ou ao fogo; acendedores de fogo.). E por fim, dentre a origem dos depósitos de patentes, foram o WO=PCT (Tratado de Cooperação de Patentes) e o EP (European Patent Office), os únicos que depositaram documentos, sendo 1 pra cada, totalizando 2 documentos .

Analisando ainda a pesquisa pelo banco de dados da WIPO no campo *front page* e as palavras modificadas utilizadas, *additive** and *biofuel*, foi possível encontrar 85 documentos de pedidos de depósito de patentes, todos sendo distribuídos entre 2002 e 2012, conforme figura 4. Nesta figura, podemos perceber que o ano de maior número de pedidos foi 2011 com 17 documentos, seguido de 2010 e 2009 com 14 e 13 documentos, respectivamente.

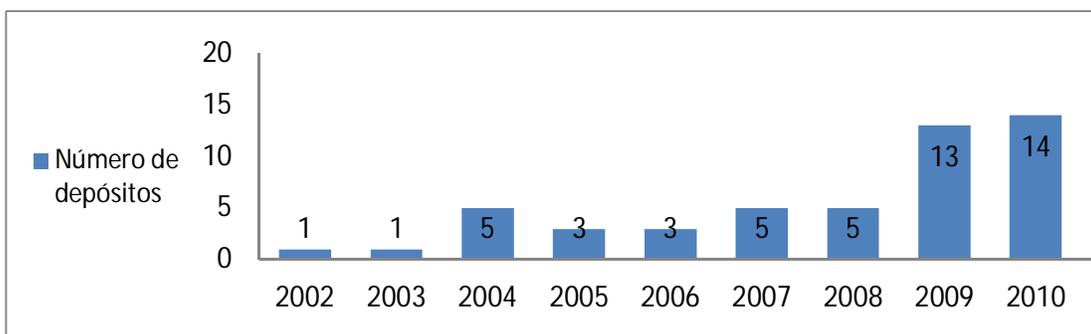


Figura 4. Número de documentos analisados na WIPO por ano de depósito para as palavras *additive** and *biofuel*.

Fonte: Autoria própria (2012).

Em relação à CIP, figura 5, as classificações predominantes continuam sendo C10L (combustíveis não incluídos em outro local; gás natural; gás natural de sintético obtido por processos não abrangidos pelas subclasses C10G OU C10K; gás liquefeito de petróleo; uso de aditivos em combustíveis ou ao fogo; acendedores de fogo.), com 45 documentos.

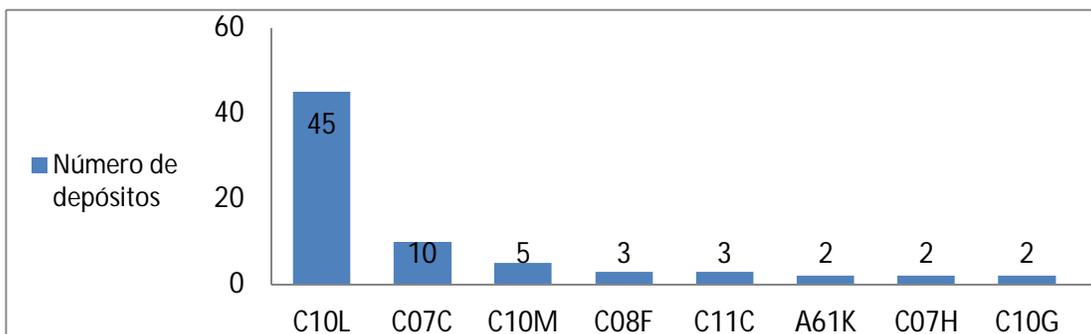


Figura 5. Número de documentos analisados na WIPO pela CIP. Análise por subclasses para as palavras *additive** and *biofuel*.

Fonte: Autoria própria (2012).

E conforme a Figura 6, observamos que dentre a origem dos depósitos de patentes o PCT (Tratado de Cooperação de Patentes) com 31 documentos apresentou o maior número.

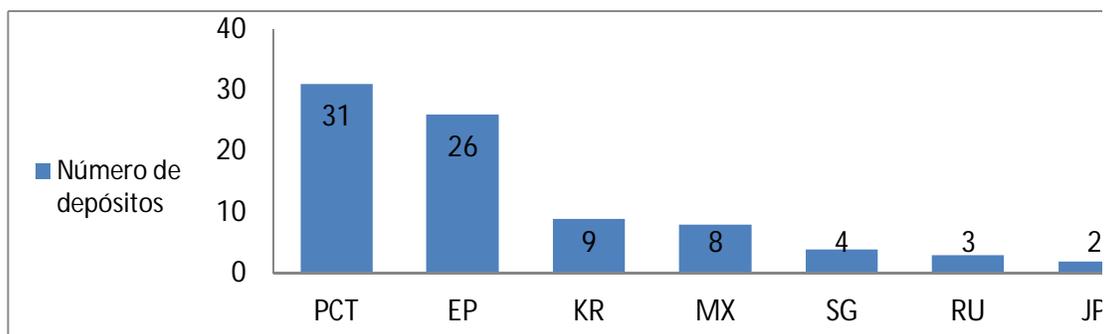


Figura 6. Número de documentos analisados na WIPO por país depositante para as palavras *additive** and *biofuel*. Onde: WO = PCT = Tratado de Cooperação de Patentes; EP= Organização Européia de Patentes; KR= República da Korea; MX= México; SG= Singapura; RU= Rússia; JP=Japão; ZA= África do Sul.

Fonte: Autoria própria (2012).

Refinando-se a pesquisa foram utilizadas as palavras *natural additive** and *biofuel* e encontrou-se somente cinco documentos. Os documentos foram distribuídos por ano de depósito, onde consta que em 2011 foram realizados 2 depósitos, em 2008, 2009 e 2010 foram realizados 1 depósito cada.

Em relação à CIP, todos os números de pedidos de depósitos encontrados para as palavras utilizadas, foram somente 5 documentos, sendo todos da classe C10L (combustíveis não incluídos em outro local; gás natural; gás natural de sintético obtido por processos não abrangidos pelas subclasses C10G OU C10K; gás liquefeito de petróleo; uso de aditivos em combustíveis ou ao fogo; acendedores de fogo.). O PCT (Tratado de Cooperação de Patentes) e da EP (European Patent Office) realizaram 2 depósitos cada, e o México realizou 1 depósito.

Por fim, a última pesquisa feita no banco de dados da WIPO e as palavras utilizadas no campo *front page* foram *additive** and *moringa*. Foram encontrados 14 documentos de pedidos de depósito de patentes, todos sendo distribuídos entre 2003 e 2011. Na figura 7, podemos perceber que o ano de maior número de pedidos foi 2003 com dois documentos. Em relação à CIP, figura 8, a classificação de maior número foi A61K (preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas), com três documentos.

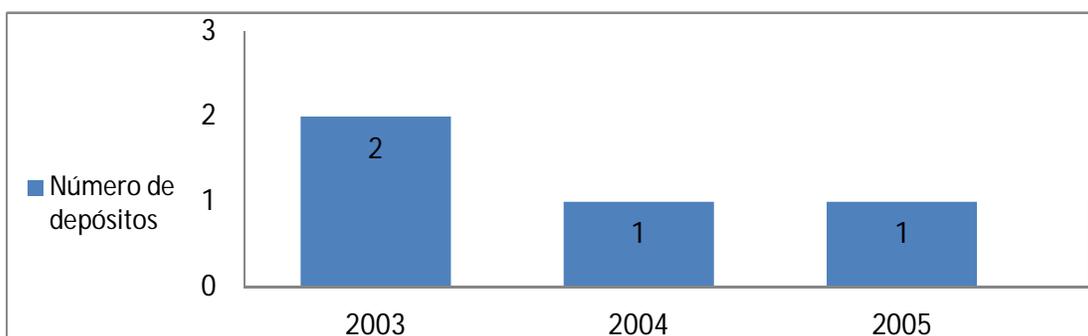


Figura 7. Número de documentos analisados na WIPO por ano de depósito para a palavras *additive** and *moringa*.

Fonte: Autoria própria (2012).

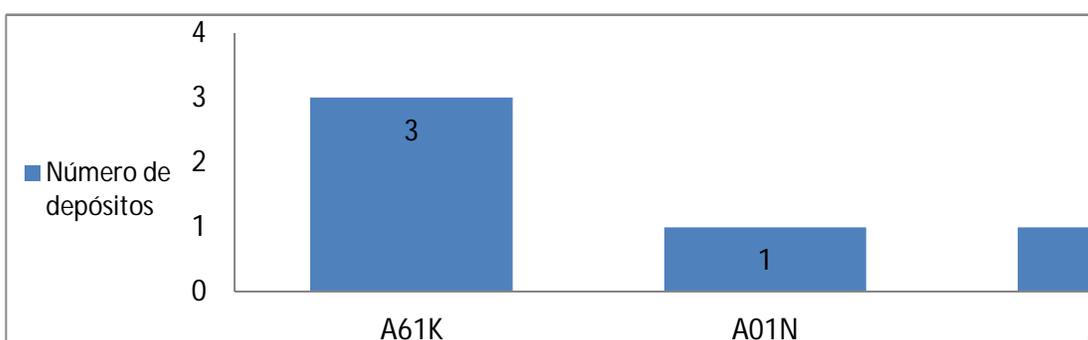


Figura 8. Número de documentos analisados na WIPO pela CIP. Análise por subclasses para a palavras *additive** and *moringa*.

Fonte: Autoria própria (2012).

Foi observado que dentre a origem dos depósitos de patentes, o que possui maior número de pedidos de patentes é o PCT (Tratado de Cooperação de Patentes), com três documentos de pedidos de depósitos de patentes.

Prosseguindo a pesquisa pelo banco de dados do ESPACENET e utilizando as palavras *additive** and *biodiesel* no campo *front page*, foram encontrados 138 documentos de pedidos de depósito de patentes, todos sendo distribuídos entre 2000 e 2011. Na figura 9, podemos perceber que o ano de maior número de pedidos foi 2008 com 29 documentos, seguido de 2009 e 2006 com 26 e 22 documentos, respectivamente.

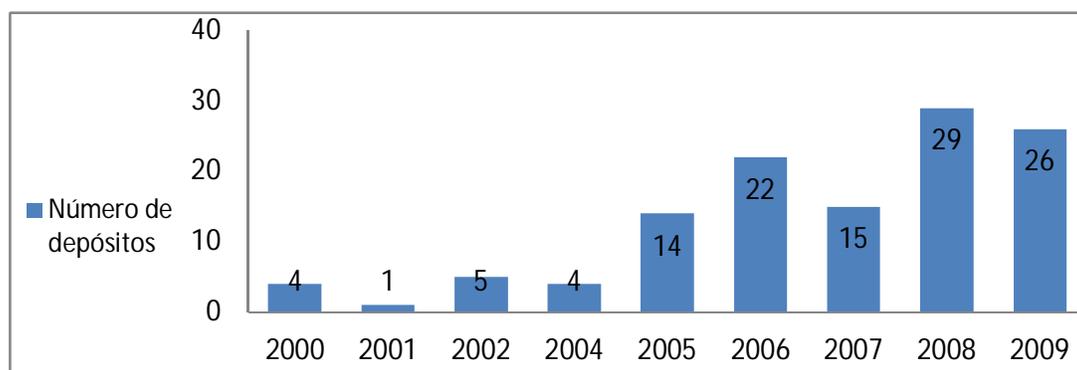


Figura 9 . Número de documentos analisados na ESPACENET por ano de depósito para a palavras *additive** and *biodiesel*.

Fonte: Autoria própria (2012).

Em relação à CIP, figura 10, a classificação predominante encontrada em relação às outras continua sendo a C10L (combustíveis não incluídos em outro local; gás natural; gás natural de sintético obtido por processos não abrangidos pelas subclasses C10G OU C10K; gás liquefeito de petróleo; uso de aditivos em combustíveis ou ao fogo; acendedores de fogo), com 91 documentos.

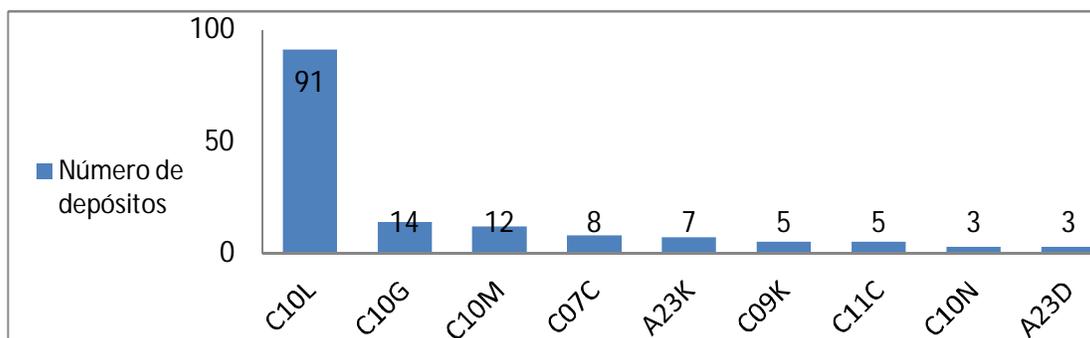


Figura 10. Número de documentos analisados na ESPACENET pela CIP. Análise por subclasses para a palavras *additive** and *biodiesel*.

Fonte: Autoria própria (2012).

E conforme a figura 11, observamos que dentre a origem dos depósitos de patentes é a CN (China), com 45 documentos, seguidos de US (Estados Unidos) com 34 documentos e WO (= PCT = Tratado de Cooperação de Patentes) com 17 documentos apresentaram os maiores números.

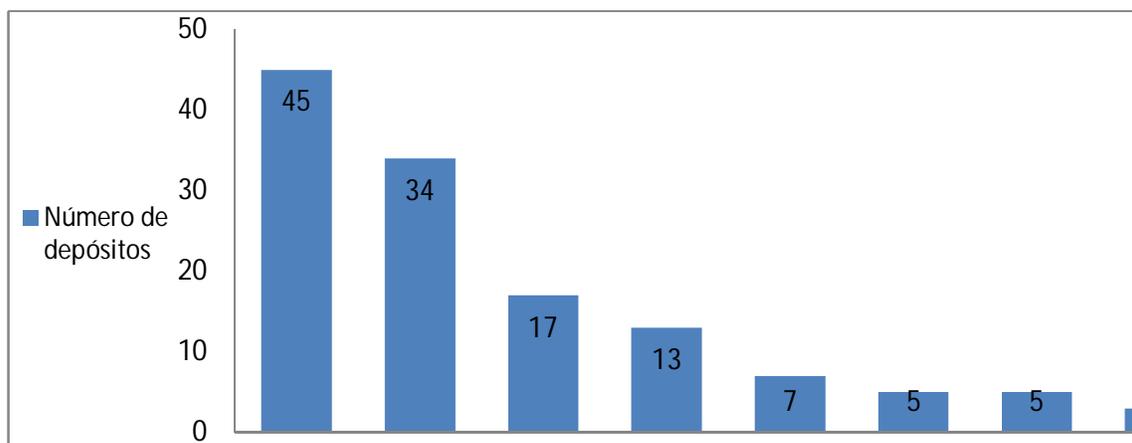


Figura 11. Número de documentos analisados na ESPACENET por país depositante para as palavras *additive** and *biodiesel*. Onde: CN= China; US = Estados Unidos; WO = PCT = Tratado de Cooperação de Patentes; KR= República da Korea; MX= México; EP= Organização Européia de Patentes; JP= Japão; DE= Alemanha; Outros países. Fonte: Aatoria própria (2012).

Refinando-se a pesquisa utilizando as palavras *natural additive** and *biodiesel*, encontrou-se somente três documentos. Os documentos distribuídos por ano de depósitos, onde constam 2007, 2008, 2009 com apenas um documento cada.

Em relação à CIP, o número de pedido de depósitos para as palavras descritas anteriormente, a classe C07C (compostos acíclicos ou carbocíclicos) foi que obteve maior número em relação às outras classificações, demonstrado na figura 12.

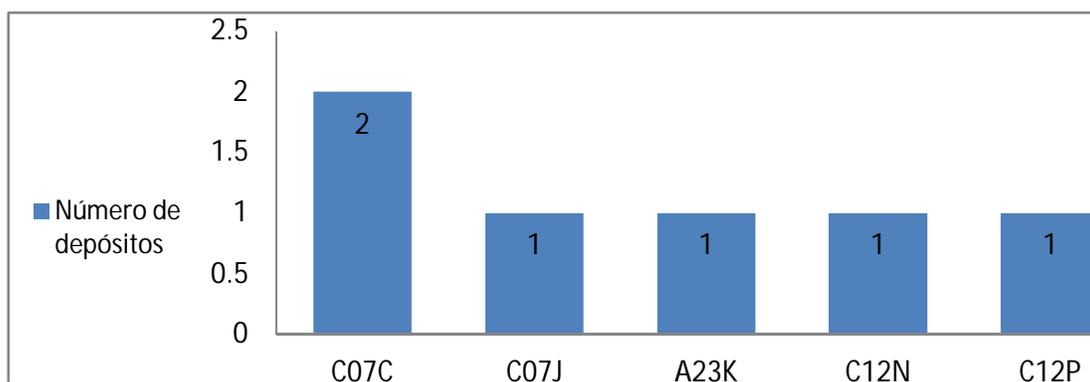


Figura 12. Número de documentos analisados na ESPACENET por CIP para as palavras *natural additive** and *biodiesel*.

Fonte: Aatoria própria (2012).

E por fim, dentre a origem dos depósitos de patentes foram EP (European Patent Office), DE (Alemanha) e US (Estados Unidos) com um depósito cada.

Ainda a pesquisa pelo banco de dados do ESPACENET e as palavras modificadas utilizadas no campo *front page*, *additive** and *biofuel*, foram encontrados 72 documentos de pedidos de

depósito de patentes, todos sendo distribuídos entre 2000 e 2011. Na figura 13, podemos perceber que o ano de maior número de pedidos foi 2008 com 14 documentos, seguido de 2009 e 2010 com 13 e 9 documentos, respectivamente.

Em relação à CIP, figura 14, as classificações encontradas continuam sendo C10L com 42 documentos. E conforme a figura 15, observamos que dentre a origem dos depósitos de patentes possui maior número de pedidos de patentes o WO = PCT = Tratado de Cooperação de Patentes, com 21 documentos.

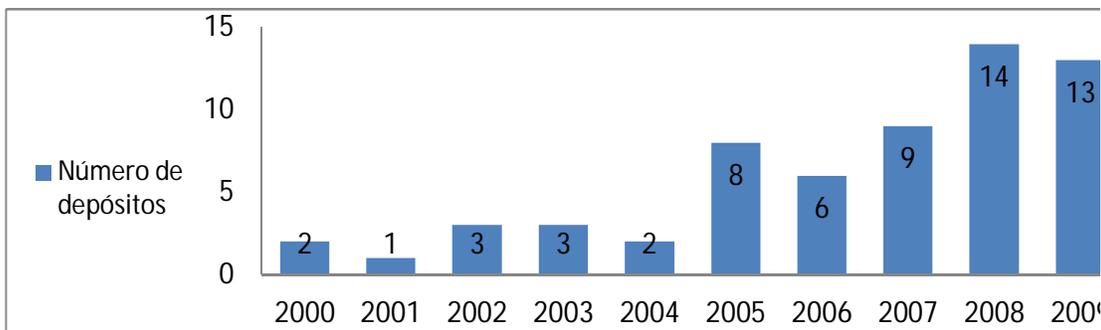


Figura 13. Número de documentos analisados na ESPACENET por ano de depósito para as palavras *additive** and *biofuel*.

Fonte: Autoria própria (2012).

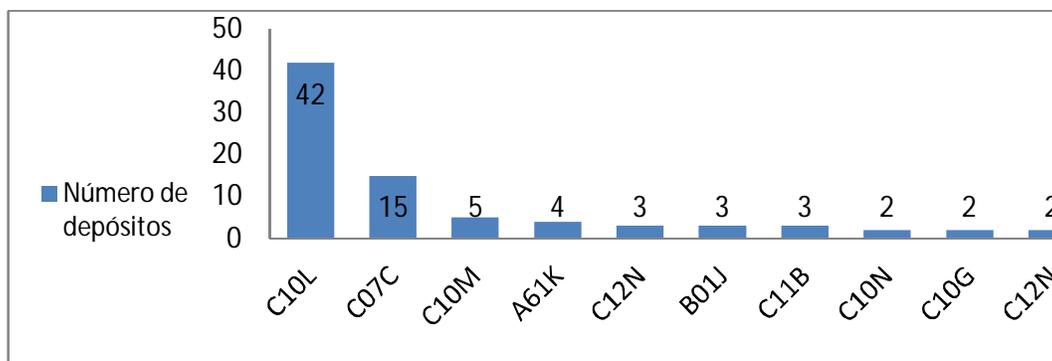


Figura 14. Número de documentos analisados na ESPACENET pela CIP. Análise por subclasses para a palavras *additive** and *biofuel*.

Fonte: Autoria própria (2012).

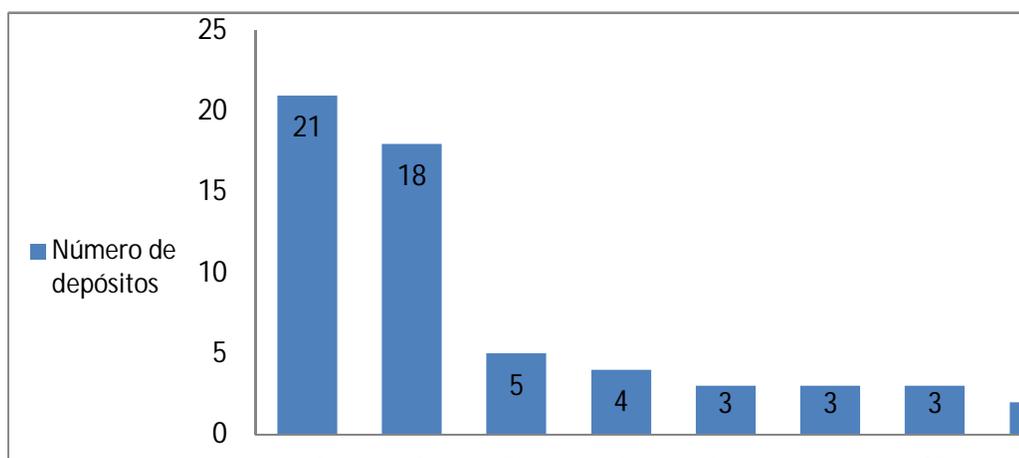


Figura 15. Número de documentos analisados na ESPACENET por país depositante para a palavras *additive** and *biofuel*. Onde: WO = PCT = Tratado de Cooperação de Patentes; US= Estados Unidos; EP= Organização Européia de Patentes; JP= Japão; RU= Rússia; MX= México; GB= Grã-Bretanha; TW= Taiwan; Outros países.

Fonte: Autoria própria (2012).

Refinando-se a pesquisa, utilizando as palavras *natural additive** and *biofuel*, encontrou-se somente três documentos no total, sendo apenas um documento para cada um dos seguintes anos 2007, 2008, 2009.

Em relação à CIP, o maior número de pedidos de depósitos encontrado para as palavras pesquisadas foi na classe C10L.

Dentre a origem dos depósitos de patentes, foram os US (Estados Unidos), WO=PCT= Tratado de Cooperação de Patentes e MX (México) realizaram 1 depósito cada.

Finalmente, a última pesquisa pelo banco de dados do ESPACENET e as palavras utilizadas no campo *front page* foram *additive** and *moringa*. Foram encontrados cinco documentos de pedidos de depósito de patentes, todos sendo que 2 depósitos foram realizados em 2001, 1 depósito em 2003 e 2 depósitos em 2009.

Em relação à CIP, a classificação A61K teve quatro documentos. O Tratado de Cooperação de Patentes (WO = PCT) realizou três depósitos de patentes. é o maior depositante.

4. Conclusões

A sustentabilidade nos últimos anos ganhou muita importância no cenário econômico mundial, principalmente devido à intenção de diminuir problemas ambientais que tem sido causados com o uso de combustíveis fósseis, que ocasionam diretamente o efeito estufa. Assim a pesquisa com interesse no desenvolvimento de tecnologias sustentáveis cresceu bastante, o biodiesel surgiu como uma opção de substituição de combustíveis de origem fóssil. E como forma

de melhorar ainda a qualidade deste biocombustível, aditivos para o mesmo começaram a ser desenvolvidos nos últimos anos, assim confirmado nesta pesquisa, pois ao adicioná-lo ao biodiesel pode aumentar sua estabilidade térmica consideravelmente.

Porém como foi perceptível, patentes relacionadas a aditivos naturais ainda não possuem muitos registros, provavelmente por ser uma área nova em desenvolvimento laboratorial. A utilização de aditivos naturais são muito mais sustentáveis e rentáveis por não utilizarem em suas fabricações, matérias-primas sintéticas, além de serem muito mais baratos os seus custos de produção.

5. Referências

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S.; RAMOS, L. P.; ZAGONEL, G. F. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. *Química Nova*, v.23, n.4, p.531-537, 2000

CAVALCANTI, E.; TOMACHUK, C. R.; ARAÚJO, F. del VALLE L. *et al.* “Controle da estabilidade oxidativa de biodiesel de soja através de mistura de aditivos antioxidantes” In: **II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel**, 2007

FERRARI, R.A., DE SOUZA, W. L. Avaliação da estabilidade oxidativa de biodiesel de óleo de girassol com antioxidantes. *Química Nova*, v.32, n.1, p. 106-111, 2009.

LOH, S. K.; CHEW S. M.; CHOO Y. M. Oxidative stability and storage behaviour of fatty acid methyl esters derived from used palm oil. *Journal of the American Oil Chemists’ Society*. v. 83, n. 11, p. 947-952, 2006.

MENEGUELLO, L. A.; CASTRO, M. C. A. A. O protocolo de Kyoto e a geração de energia elétrica pela biomassa da cana-de-açúcar como Mecanismo de desenvolvimento Limpo. *Interações (Campo Grande)*. *Revista Internacional de desenvolvimento Local*, v. 8, pp. 33-45, 2007.

MOSER, B.R. Comparative oxidative stability of fatty acid alkyl esters by accelerated methods. *Journal of the American Oil Chemists’ Society*, v.86, p.699-706, 2009.

POLAVKA, J.; PALIGOVÀ, J.; CVENGROŠ, J.; ŠIMON, P. Oxidation stability of methyl esters studied by differential thermal analysis and Rancimat. *Journal of the American Oil Chemists’ Society*. v. 82, n. 7, p. 519-524, 2005.

SILVA, A. S.; SILVA, F. L. H.; CARVALHOR, M. W. N. C *et al.* “Comportamento térmico e estabilidade oxidativa do biodiesel de algodão aditivado com antioxidantes” In: **VII Congresso Brasileiro de Análise Térmica e Calorimetria**, pp. 1-5, São Pedro, Abr. 2010.

VELASCO, J.; ANDERSEN, M.; SKIBSTED, L. H.; Evaluation of oxidative stability of vegetable oils by monitoring the tendency to radical formation. A comparison of electron spin resonance spectroscopy with the Rancimat method and differential scanning calorimetry. Food Chemistry, v. 85, p. 623-632, 2004.