

ETANOL NO BRASIL: EVOLUÇÃO DO PATENTEAMENTO DE TECNOLOGIAS DE FERMENTAÇÃO PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL COMBUSTÍVEL DE CANA-DE-AÇÚCAR NO PERÍODO DE 2007 A 2014

Cecilia Hasner¹; Douglas Alves Santos¹; Araken Alves Lima¹

¹Instituto Nacional da Propriedade Industrial, INPI, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. (cecilia.hasner@gmail.com)

Rec.: 07.07.2014. Ace.: 08.03.2015

RESUMO

É realizada uma análise do panorama tecnológico atual do etanol combustível de cana-de-açúcar no Brasil a partir da análise de documentos de patentes depositados no país, especificamente, para os processos de fermentação, considerando a 1ª geração e 2ª geração separadamente. Os resultados apontam para uma retração de investimentos na proteção intelectual das tecnologias de fermentação no Brasil após 2008, mas, também identificam grandes *players* internacionais no campo das biotecnologias atuando no contexto nacional. Este resultado reforça a constatação sobre o salto tecnológico na produção de etanol de cana-de-açúcar, através da utilização da conversão de matéria lignocelulósica do bagaço de cana em etanol (2ª geração). Neste contexto, a presente análise se mostrou relevante para fornecer uma visualização consolidada do cenário de tecnologias de produção de etanol via decomposição microbiológica (1ª Geração) e das rotas enzimáticas (2ª Geração), bem como uma melhor compreensão da estrutura de mercado da cadeia produtiva do etanol.

Palavras Chave: Etanol. Biocombustível. Patente. Panorama Tecnológico.

ABSTRACT

An analysis of the current technological landscape of ethanol from sugar cane in Brazil from the analysis of patent filings in the country specifically for the fermentation is carried out, considering the 1st generation and 2nd generation separately. The results point to a decrease of investments in intellectual protection of fermentation technologies in Brazil after 2008, but also identify the major international players in the field of biotechnology acting in the national context. This result reinforces the observation of a technological leap in the production of ethanol from sugar cane, through the use of converting lignocellulosic raw sugarcane bagasse in ethanol (2nd generation). In this context, this analysis proves relevant to providing a consolidated view of the ethanol production technology through microbiological decomposition (1st Generation) and enzymatic routes (2nd Generation) as well as to better understanding the market structure of the ethanol production chain.

Keywords: Ethanol. Biofuel. Patent. Technological Landscape.

Área tecnológica: Prospecção Tecnológica; Propriedade Intelectual, Inovação e Desenvolvimento.

INTRODUÇÃO

O Brasil se caracterizou como um país pioneiro na configuração e implementação de uma estratégia de uso em larga escala de combustível automotivo baseado em matéria-prima renovável e alternativa à de origem fóssil. O estabelecimento do Programa Nacional do Álcool – PROALCOOL, em 1974, por ocasião da crise mundial do petróleo possibilitou uma fase de fortes investimentos e aprendizado tecnológico através de políticas públicas de integração de diferentes setores agrícola e industriais para a criação de uma indústria de biocombustíveis baseada na tradicional atividade agroindustrial canavieira consolidada nas regiões Nordeste e Sudeste do país. A evolução desse setor esteve e está relacionada com a de outras indústrias, a do petróleo principalmente, assim como ao agravamento das condições ambientais globais cujas soluções, em parte, dependem da busca de alternativas ao combustível fóssil.

Depois de um período de restrição aos investimentos nesse setor em função das crises macroeconômicas das décadas de 1980 e de 1990, teve início uma retomada de investimentos na indústria do etanol, no Brasil e no mundo. Esta nova onda de investimentos na produção de etanol foi marcada por características diferentes daquelas do período do PROALCOOL, pois apesar das condições semelhantes de crise de petróleo e recrudescimento das condições ambientais em função das mudanças climáticas relacionadas ao aquecimento global, outras transformações profundas estavam em curso. A economia brasileira acelerava seu processo de abertura, o ambiente institucional no país mudava profundamente e o conjunto de agentes envolvidos com a atividade agroindustrial canavieira era bem mais amplo do que os existentes nos anos 1970 quando do lançamento do Programa Nacional do Álcool. Outro fator também determinante era as transformações de cunho científico e tecnológico em curso com destaque para os desenvolvimentos no campo das biotecnologias. Nesse sentido, conforme a abordagem desenvolvida em Malerba (2003), o sistema setorial de inovação do etanol encontrava-se em pleno processo de evolução.

Diante disso, o objetivo geral aqui é dar continuidade aos trabalhos de Winter, Lima e Mendes (2010) e Lima et al. (2013) através da análise do panorama tecnológico atual do Etanol combustível de cana-de-açúcar no Brasil a partir da análise de patentes e pedidos de patentes depositados no país por campo tecnológico. Especificamente, o presente estudo vai focar sua atenção no patenteamento de tecnologias relacionadas com processos de fermentação, considerando a 1ª geração e 2ª geração separadamente.

METODOLOGIA

Uma metodologia para mapeamento tecnológico da cadeia produtiva do etanol proveniente da cana-de-açúcar no Brasil e separado por nicho tecnológico foi desenvolvido por Winter, Lima e Mendes (2010) e aplicado para o período 1974-2006. A mesma metodologia foi aplicada para os novos dados levantados para o período subsequente, 2007-2012, conforme Lima et al. (2013). O mapeamento é realizado a partir da análise de patentes e pedidos de patentes depositados no país.

Com relação ao 1º (primeiro) período, 1974 a 2006, apresenta-se uma visualização dos dados de patentes e de pedidos de patentes relacionados às tecnologias da cadeia produtiva do etanol proveniente da cana-de-açúcar, extraídos em estudo anterior. No que se refere ao 2º (segundo) período da análise, 2007 a 2012, foram analisados avanços no desenvolvimento de tecnologias relacionadas com a cadeia produtiva do etanol combustível proveniente da cana-de-açúcar e que buscaram proteção no mercado brasileiro. Já o 3º período da presente análise, tem o foco somente nas tecnologias de fermentação para a produção de etanol, conforme sejam de primeira e segunda geração, 1G e 2G, respectivamente.

A base utilizada para a recuperação das patentes foi a *Derwent Innovation Index* (DII), uma base de propriedade da empresa *Thomson Reuters*, que disponibiliza informações de patentes de 1963 até o presente.

A estratégia de busca do presente trabalho é a mesma realizada nos trabalhos já referidos e foram baseados na compilação de palavras-chaves para os setores tecnológicos associadas aos códigos da Classificação Internacional de Patentes (CIP) referentes a fermentação para a produção de etanol de primeira e segunda geração. O universo de busca foi centralizado no período entre 2007 a 2014. A seguir, na Tabela 1, apresenta-se o detalhamento da estratégia de busca utilizada para cada tipo de fermentação do etanol combustível proveniente da cana-de-açúcar:

Tabela 1 - Detalhamento das Estratégias Empregadas nas Buscas (2007-2014)

Campo Tecnológico	Palavras-Chave	Códigos CIP	Território da Patente
Fermentação1 ^a Geração (1G)	(ferment* or zymosis or brew or enzym* or hydrol* or yeast or barm or leave*) and (molasses or cane or sugarcane)	NOT (A01* or A61* or A23*)	BR*
Fermentação2 ^a Geração (2G)	(ferment* or zymosis or brew or enzym* or hydrol* or yeast or barm or leave*) and (bagasse or rest or marc or lignin* or celull* or hemicell*)	NOT (A01* or A61* or A23*)	BR*

Fonte: Autoria própria, 2014.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostram que o número de documentos de patentes para a fermentação de 1^a e 2^a Geração teve um aumento considerável no ano de 2008, mas em seguida apresenta uma queda e se manteve estável nos últimos anos para a fermentação de 2^a Geração, enquanto que a de 1^a Geração apresentou uma variação maior ao longo do tempo, conforme mostra a Figura 1.

Apesar de a pesquisa abranger 2014, não foram encontrados documentos publicados neste ano.

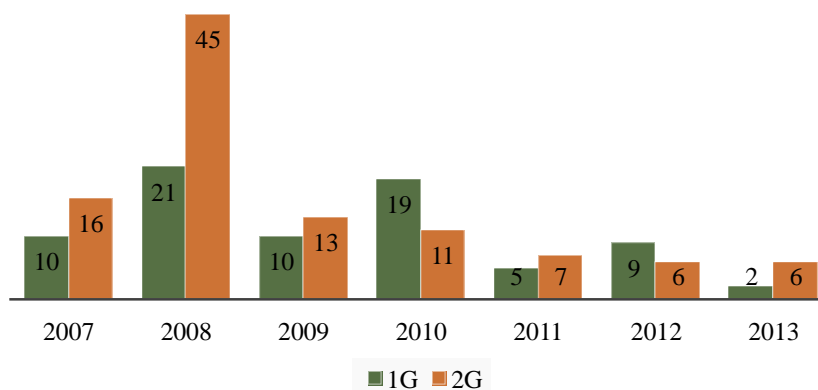
Não está no escopo do presente trabalho analisar em profundidade o comportamento desse processo de patenteamento, no entanto, não há como não registrar para futuras análises a clivagem representada pelo ano de 2008, ano de uma profunda crise econômica global.

A crise é um importante fator de retração de investimentos, mas, também, outro fator que precisa ser investigado se atuou como elemento de restrição aos investimentos no desenvolvimento de tecnologias para a produção de etanol foi a descoberta no Brasil de petróleo na camada Pré-Sal e os anúncios feitos pela Petrobrás, em 2008, da viabilidade desse petróleo.

Ao analisar esta distribuição temporal segundo a origem do depositante, se nacional ou estrangeiro, observa-se um comportamento diferenciado entre os dois tipos de tecnologias para produção de etanol (Figura 2). Neste caso, pode-se ver que a proporção de documentos nacionais é maior para tecnologias de fermentação de 1^a geração em contraste com as de 2^a geração.

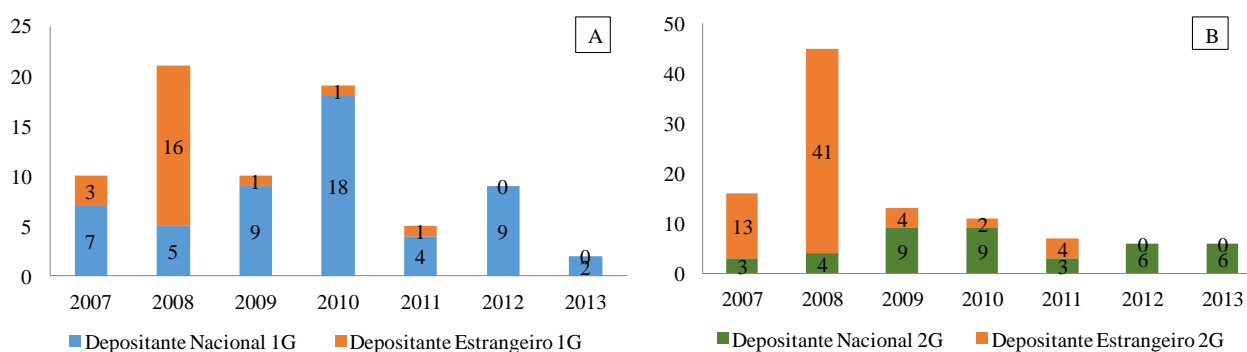
Um aspecto que chama a atenção nestes dados é que o investimento estrangeiro na proteção de tecnologias de fermentação no Brasil se retrai até sumir no período pós-2008.

Figura 1 - Distribuição temporal dos documentos de patentes de Etanol 1G e 2G por data de publicação



Fonte: Autoria própria, 2014.

Figura 2 - Distribuição temporal dos documentos de patentes de Fermentação de 1ª (A) e 2ª (B) Geração de Etanol de acordo com sua origem (2007-2014)

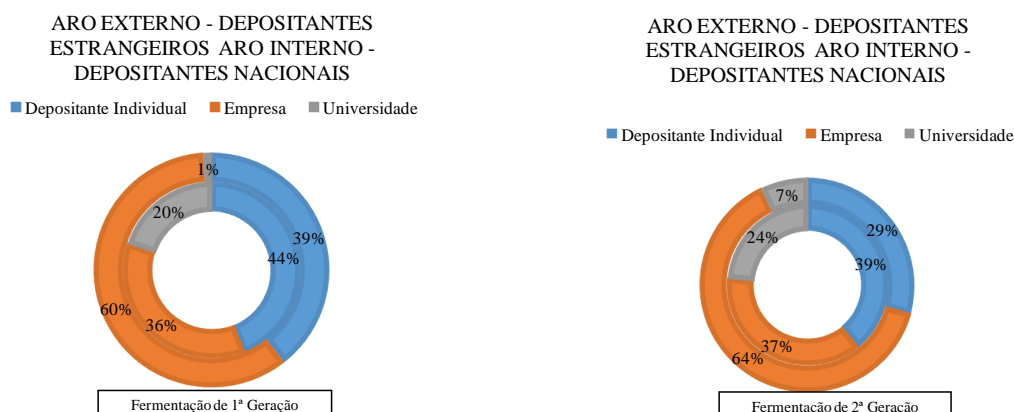


Fonte: Autoria própria, 2014.

Em relação a procedência, se de depositante individual (pessoa física), empresa ou universidade, a distribuição está representada na Figura 3, e mostra uma preponderância da participação de empresas em documentos de depositantes estrangeiros, e a sua vez, uma baixa participação de universidades.

Este comportamento contrasta com o perfil dos documentos nacionais, onde a participação das universidades tem um papel fundamental na proteção de tecnologias nesse elo da cadeia produtiva do etanol. As empresas representam 60% dos pedidos estrangeiros de patentes de tecnologias de fermentação de 1ª Geração contra 36% de empresas nos pedidos nacionais. Para as tecnologias de fermentação de 2ª Geração, os dados são de 64% e 37% respectivamente.

Figura 3 - Perfil da Natureza dos Requerentes no Brasil para a Fermentação de 1ª e 2ª Geração de Etanol de acordo com sua Procedência (2007-2014)



Fonte: Autoria própria, 2014.

Foi verificado que 50% dos documentos de patentes da fermentação de 1ª Geração referem-se a documentos publicados pelo sistema PCT (Patent Cooperation Treaty¹) e 50% pela Convenção da União de Paris (CUP), enquanto que para documentos da fermentação de 2ª Geração observa-se uma proporção maior para documentos via PCT, chegando a 75% dos documentos publicados (Tabela 2). Pode-se interpretar estes resultados como um maior interesse no desenvolvimento tecnológico de etanol de 2ª geração ao redor do mundo em parte porque esta tecnologia ainda se encontra em fase de maturação e é mais cara que a fermentação de 1ª geração.

Tabela 2 - Número de documentos de patentes sobre a Produção de Etanol 1G e 2G por data de publicação (2007-2014) depositados no Brasil via PCT e via CUP.

Tipo de Depósito	Fermentação 1ª Geração	Fermentação 2ª Geração
CUP	38	26
PCT	38	78
Total de Documentos	76	104

Fonte: Autoria própria, 2014.

As principais empresas e/ou instituições nacionais e estrangeiras protegendo estas tecnologias de etanol de 1ª e 2ª geração no Brasil estão apresentadas na Tabela 3. É possível observar que enquanto os titulares nacionais da 2ª geração são alguns dos mesmos da 1ª geração, no caso dos titulares estrangeiros, a variedade de empresas atuando no setor é grande. Apenas uma empresa desenvolve tecnologias nos dois nichos tecnológicos, além disso, essas empresas são corporações multinacionais de países que não produzem cana de açúcar, mas têm forte desenvolvimento no campo da biotecnologia voltada para a produção de bioenergia. Destaca-se a participação de

¹ Tratado de Cooperação em termos de Patentes, tradução livre.

Cecilia HASNER et al. Etanol no Brasil: evolução do patenteamento de tecnologias de fermentação para a produção de etanol combustível de cana-de-açúcar no período de 2007 a 2014

universidades como principais instituições nacionais, o que corrobora com os resultados do perfil da natureza dos requerentes (Figura 3).

Tabela 3 - Principais empresas nacionais e estrangeiras depositantes patentárias no Brasil com foco na produção de etanol a partir da fermentação de cana-de-açúcar de 1ª e 2ª geração (2007–2014)

Principais Empresas/Instituições Nacionais	Principais Empresas/Instituições Estrangeiras
TECNOLOGIA DE 1ª GERAÇÃO	
Espolador – Pessoa Física	Basf (Alemanha)
Massao Watanabe – Pessoa Física	Iogen Energy Corp (Canadá)
Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP	Betatec Hopfenprodukte GmbH (Alemanha)
CTC Centro de Tecnologia Canavieira	Cellencor Inc (EUA)
Petrobras	Ecocycle Kk (Japão)
Nutrisafra Fertilizantes Ltda	KC Energy Llc (Alemanha)
Prozyn Indústria&Comercio Ltda	Roal Oy (Finlândia)
UFPR	Shree Renuka Sugars Ltd (Índia)
Dedini Indústria Base SA	Zechem Inc (EUA)
Ouro Fino Participações & Empreendimento	Du Pont (EUA)
TECNOLOGIA DE 2ª GERAÇÃO	
Dedini Indústria Base S.A.	Iogen Energy Corp (Canadá)
Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP	Novozymes AS (Dinamarca)
CTC Centro De Tecnologia Canavieira	Andritz Inc (Áustria)
Petrobras	Danisco US Inc Genencor Division (EUA/Dinamarca)
	IFP – Instituto Frances De Petróleo (França)
	PRS Mediterranean Ltd (Israel)
	Heineken Supply Chain Bv (Holanda)

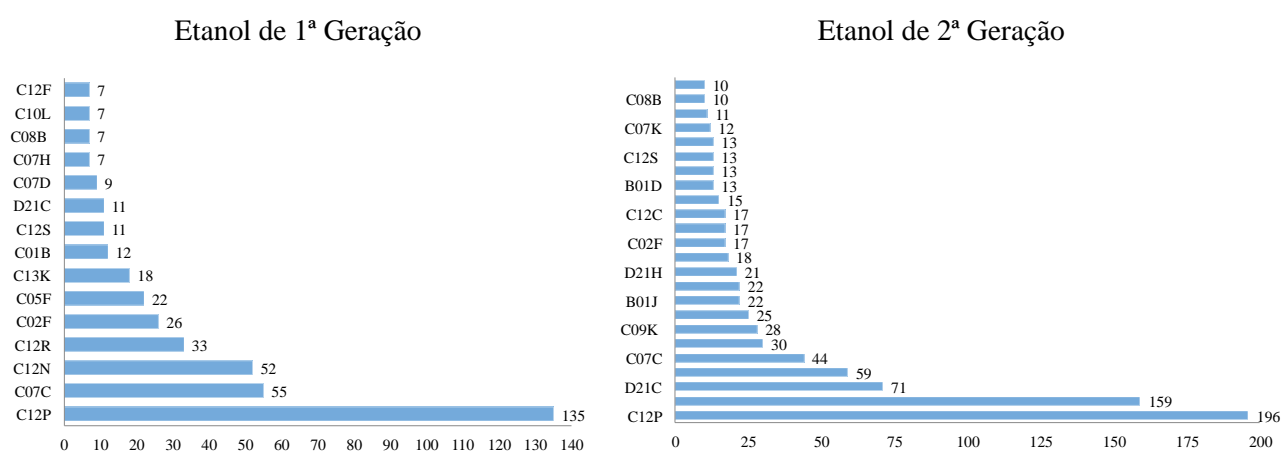
Fonte: Autoria própria, 2014.

Em relação ao tipo de patente solicitada, patente de invenção ou modelo de utilidade, verificou-se que majoritariamente os pedidos foram sobre patentes de invenção, onde somente dois pedidos de patentes nacionais da fermentação de 1ª geração referiam-se a modelo de utilidade, enquanto que somente 1 pedido de patente nacional da fermentação de 2ª geração era modelo de utilidade. Isso reflete que as tecnologias em discussão, em geral, são resultantes de atividades de Pesquisa & Desenvolvimento, podendo envolver cooperação técnica entre laboratórios diferentes, interação universidade-empresa e até interação empresa-empresa em alianças estratégicas.

A análise dos códigos da Classificação Internacional de Patentes (CIP) descritas nos documentos de patentes permitiu compreender as tecnologias nos dois processos produtivos de obtenção de etanol, 1ª e 2ª Geração. Foi contabilizado o número total de códigos nos documentos de patentes

recuperados na presente pesquisa. Note-se que um documento de patente pode ter mais de um código. A Figura 4 exibe os perfis das distribuições de frequência de códigos² de CIP tanto para o etanol da 1ª geração quanto para o caso do etanol de 2ª geração. Observa-se que os documentos de patentes de etanol de 2ª geração utilizam tecnologias mais relacionadas com a produção de celulose, como a CIP D21C, demonstrando o esforço em aumentar a produção do etanol através de técnicas avançadas para reaproveitamento do bagaço de cana-de-açúcar, o que a sua vez, implica em melhorar a adsorção de celulose no bagaço.

Figura 4 - Distribuição de Frequência dos Códigos de Classificação Internacional de Patentes Obtidos para os Depósitos Patentários Nacionais entre 2007-2014



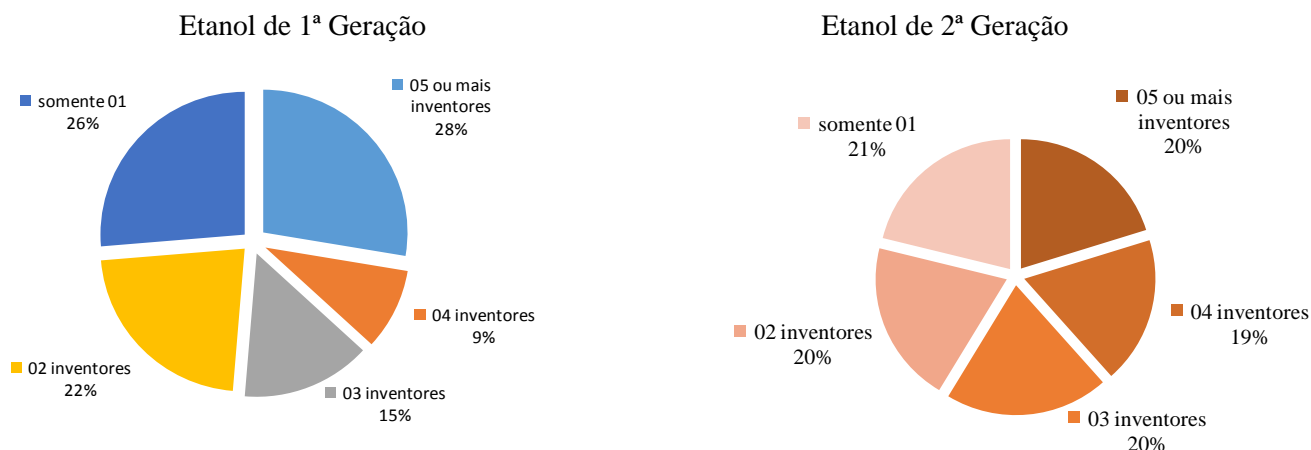
Fonte: Autoria própria, 2014.

Em termos de esforços inovativos, foi contemplada a análise do número de inventores por patentes e por área tecnológica. A Figura 5 mostra o perfil de participação de inventores por documento patentário depositado no Brasil, considerando distintivamente a produção de etanol de 1ª e 2ª geração, respectivamente. Os resultados demonstram que quanto mais complexa a tecnologia maior o número de pessoal envolvido em sua criação. Por meio da Figura 5, percebe-se que o percentual de 03 ou mais inventores é superior para as tecnologias envolvidas na produção de 2ª geração do que nas tecnologias d 1ª geração.

Em ambas formas de produção de etanol, de 1ª e 2ª geração, observou-se que os documentos de patentes com mais de 5 inventores concentram-se nas áreas de produção de enzimas (C12N – 09/00), sendo utilizado a tecnologia de engenharia genética para melhoramento da performance de fermentação.

² Os principais códigos das CIP's resgatadas no presente estudo são: 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; C12N - Micro-organismos ou enzimas; suas composições; propagação, conservação, ou manutenção de micro-organismos; engenharia genética ou de mutações; meios de cultura; D21C - Produção da celulose por eliminação de substâncias não celulósicas de materiais contendo celulose; regeneração de licores de polpa; aparelhos para esse fim; C11D - Composições de detergentes; uso de substâncias isoladas como detergentes; sabão ou fabricação do sabão; sabões de resina; recuperação do glicerol; C07C - Compostos acíclicos ou carbocíclicos; C12R - Esquema de indexação associado às subclasses C12C-C12Q, relativo a micro-organismos.

Figura 5 - Perfil do Quantitativo de Inventores por Documento de Patente Resgatado (2007-2014)



Fonte: Autoria própria, 2014.

CONCLUSÃO

Atualmente, o etanol se consolida, no Brasil e no mundo, como sendo um substituto tecnicamente competitivo em relação, por exemplo, à gasolina. Todos os estudos sobre o tema revelam os avanços tecnológicos incorporados pelo setor sucroalcooleiro, tanto na área agrícola quanto na área industrial. Assim, o padrão de organização corporativo, de utilização de ciência e tecnologia e de desenvolvimento de inovações é muito diferenciado e vem provocando transformações estruturais profundas nessa tradicional cadeia produtiva brasileira.

Os dados levantados e analisados nesse trabalho apontam uma retração de investimentos na proteção intelectual das tecnologias de fermentação aqui no Brasil após 2008, mas, também identificam grandes *players* internacionais no campo das biotecnologias atuando no contexto nacional. Aqui se destaca o fato de que estes *players* são corporações globais de países sem tradição agrícola, mas especializadas no desenvolvimento, proteção e fornecimento de conhecimentos para atividades agroindustriais.

A integração e envolvimento de grandes corporações internacionais de produção de conhecimento em biotecnologia constata a existência da concretização das expectativas geradas em sobre o salto tecnológico com a conversão de matéria lignocelulósica em etanol (2ª Geração), cuja tecnologia propiciaria a duplicação da produção sem o aumento da área plantada.

Neste contexto a análise realizada por meio dos documentos patentários depositados no Brasil se mostrou relevante para fornecer uma visualização consolidada do cenário de tecnologias de produção de etanol via decomposição microbiológica (1ª Geração) e das rotas enzimáticas (2ª Geração). As patentes são fatores importantes para manutenção da competitividade em mercados mundiais, assim, seu estudo e acompanhamento permitem o entendimento dos avanços tecnológicos, como também a melhor compreensão da estrutura de mercado da cadeia produtiva pesquisada.

PERSPECTIVAS

O desenvolvimento deste trabalho a partir da metodologia elaborada em Winter, Lima e Mendes (2010) comprova a eficácia dos estudos de mapeamento tecnológico baseados em documentos de patentes como instrumento adequado para o entendimento da dinâmica tecnológica de setores

industriais. Assim, na continuidade deste trabalho, considerando a complexidade da cadeia produtiva do etanol que passa por vários elos tecnológicos diferentes, se fará o mapeamento tecnológico das atividades de preparação do solo, plantio, colheita, moagem e destilação. Isto possibilitará um profundo conhecimento dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos do setor, assim como os principais agentes que interagem nessa atividade produtiva.

REFERÊNCIAS

LIMA, A. A.; PIMENTEL, L. O.; ZIBETTI, F. W.; ROSARIO, F. J. P.; SANTOS, D. A.; WINTER, E. **Biocombustíveis no Brasil: evolução do patenteamento do Etanol combustível de cana-de-açúcar no Brasil a partir do Programa Nacional do Álcool/Proalcool - 1975 - 2011**. In: ALTEC 2013 – XV Congresso da Associação Latino-Iberoamericana de Gestão de Tecnologia, 2013, Porto. Anais do Congresso da ALTEC 2013, 2013.

MALERBA, F. Sectoral systems and innovation and technology policy. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 2, n. 2, julho/dezembro, p. 329-75, 2003.

WINTER, E.; LIMA, A. A.; MENDES, C. D. S. **Mapeamento tecnológico da cadeia produtiva do etanol proveniente da cana-de-açúcar sob enfoque dos pedidos de patentes: cenário brasileiro**. In: Luís Augusto Barbosa Cortez. (Org.). Bioetanol de Cana-de-Açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade. São Paulo: Editora Edgar Blucher; 2010.