

Sistemas Produtivos e Desenvolvimento Profissional: Desafios e Perspectivas**Produção de etanol de segunda geração a partir da cana-de-açúcar: estudo de prospecção de patentes**

DENYS E. BIAGGI
Centro Paula Souza – São Paulo – Brasil
denys.biaggi@etec.sp.gov.br

FABRÍCIO JOSÉ PIACENTE
Programa de Mestrado Profissional do Centro Paula Souza – SP – Brasil
fjpiacente@yahoo.com.br

VANESSA DE CILLOS SILVA
Faculdade de Tecnologia de Piracicaba – SP – Brasil
va.csilva@hotmail.com

Resumo – O artigo traça o cenário atual da tecnologia de produção de etanol de segunda geração de cana-de-açúcar a partir da análise de bases de dados de documentos de patentes sobre esse tema depositado nos principais escritórios de proteção industrial. Para isso utilizou-se a ferramenta *Questel-Orbit* de busca e análise de documentos de patentes a partir de palavras-chaves: *hydrolysis and enzym + and ethanol and sugarcane*. Foram encontrados 79 documentos de interesse, sendo 3 de depositantes nacionais, dos quais 2 depositados no Brasil, como país prioritário.

Palavras-chave: cana-de-açúcar, etanol de segunda geração, enzimas, patentes, prospecção tecnológica

Abstract - The paper traces the current scenario of the second-generation ethanol from sugarcane production technology based on the analysis of patent documents databases on the subject deposited in major industrial protection offices. For this we used the *Questel-Orbit* tool for searching and analyzing patent documents from keywords: *hydrolysis and enzym + and ethanol and sugarcane*. Found 79 documents of interest, 3 national depositors, of which 2 deposited in Brazil as a priority country.

Keywords: sugarcane, second-generation ethanol, enzymes, patents, technology prospecting.

1. Introdução

Atualmente a indústria sucroenergética nacional vive uma perspectiva positiva, em função da sinalização do governo de abandonar a política de subsídio de preços da gasolina, o que colocaria novamente o mercado de etanol

em rota de crescimento, segundo UNICA (2014), para os próximos cinco anos estima-se um crescimento anual de até 9%.

Na safra 2013/14 o país produziu aproximadamente 597 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, um crescimento de 12% em relação à safra anterior. A produção nacional de açúcar para esse período foi de 34,3 milhões de toneladas, um crescimento de 0,6% e a de etanol total variou de 12.632 milhões de litros em 2012/13 para 14.500 milhões de litros em 2013/14, um crescimento de mais de 14% (UNICA, 2015).

Muito tem sido discutido sobre a possibilidade de o Brasil ampliar sua produção de etanol. A perspectiva de crescimento do mercado internacional desse biocombustível tem estimulado a expansão do setor sucroenergético no país. O interesse em investir no setor revigorou-se em meados de 2004 quando os carros - *flex fuel* -, também chamados de bicomcombustíveis, foram introduzidos no mercado nacional, aumentando a demanda por etanol combustível. A partir de então, o etanol entrou novamente na agenda do governo, das empresas de tecnologia e, principalmente de investidores interessados nas oportunidades do setor.

Percebe-se que o maior desafio para o Brasil nos próximos anos será consolidar-se como um grande produtor e fornecedor internacional de etanol, o que requer investimentos em melhorias tecnológicas, que se adequem às exigências internacionais de produção sustentáveis, tanto em termos ambientais como sociais. Isto envolve desde a descoberta de novas variedades de cana de açúcar, inovações administrativas e na linha de produção das usinas, até na simples expansão da área agrícola.

A crescente produção, utilização e exportação de etanol pelo Brasil têm dado destaque à atuação do país no contexto energético mundial, atraindo os interesses e investimentos de grandes grupos econômicos pertencentes a vários ramos de atividades de diversos países. Nessa perspectiva, torna-se importante cogitar as possibilidades de implantação de novos modelos de desenvolvimento para o setor, principalmente no tocante a implantação de tecnologias de produção. Nesse sentido tem ganhado destaque o etanol celulósico de cana-de-açúcar, mais conhecido como de segunda geração.

O presente estudo tem por objetivo traçar o cenário atual da tecnologia de produção de etanol de segunda geração de cana-de-açúcar a partir da análise de bases de dados de documentos de patentes sobre esse tema depositado nos principais escritórios de proteção industrial. Este levantamento permitirá identificar o desenvolvimento tecnológico na área de estudo ao longo dos anos; os depositantes de patentes mais expressivos sobre o assunto; a nacionalidade e a natureza desses depositantes; e as principais áreas científicas e tecnológicas estudadas por esses depositantes.

2. Referencial Teórico

Muito se têm discutido sobre a possibilidade de produzir etanol pela via celulósica (segunda geração). Atualmente, toda a produção nacional de etanol de cana-de-açúcar é realizada pela via tradicional, que ocorre pela fermentação alcoólica da sacarose do caldo e sua destilação, processo tradicionalmente empregado em todo o mundo.

Segundo Hamelinck *et. al.* (2011), o etanol celulósico de cana-de-açúcar é produzido a partir dos polissacarídeos da parede celular vegetal e é denominado etanol de segunda geração. Esse novo processo, até então limitado no Brasil a

experiências isoladas de duas empresas, além de alguns grupos de pesquisa, vem mobilizando um número crescente de pesquisadores estimulados por políticas de pesquisa voltadas para ampliar a produtividade do etanol de cana brasileiro. O objetivo é aproveitar o bagaço e a palha da cana-de-açúcar, fontes de celulose que respondem por dois terços da energia da planta, submetê-los a reações de hidrólise e transformá-los em biocombustíveis.

A produção de etanol de segunda geração inicia-se com a recepção da cana-de-açúcar na fábrica e com a separação dos diferentes tipos de fibras (do caule e da palha da cana), na sequência esses materiais são picados e processados separadamente em um processo denominado de hidrólise. A hidrólise da celulose é uma das tecnologias de produção de etanol de segunda geração, ou bioetanol. A celulose é hidrolisada em reatores bioquímicos, onde ocorre a quebra da estrutura molecular do bagaço da cana-de-açúcar (celulose) em açúcares simples e solúveis, passíveis de se transformarem em etanol pela ação de microrganismos na etapa de fermentação. Por fim, o mosto resultante da hidrólise é fermentado e destilado tradicionalmente (HAMELINCK *et al.*, 2011).

Segundo Marques (2009) o interesse brasileiro pelo etanol de celulose permite tornar ainda mais competitivo o etanol de cana, ampliando sua produção sem a necessidade de expandir na mesma proporção a área plantada de cana-de-açúcar. Estudos conduzidos no âmbito do Projeto Bioetanol, uma rede de pesquisa financiada pelo governo federal, apontam que uma destilaria que produz hoje 1 milhão de litros de etanol por dia do caldo da cana-de-açúcar poderia inicialmente, com a tecnologia de hidrólise, gerar um adicional de 150 mil litros de etanol do bagaço. Estima-se que em 2025, com a técnica aperfeiçoada, a mesma produção poderia ter um acréscimo de 400 mil litros provenientes do bagaço recuperado. A palha da cana é outra fonte potencial para a extração de etanol. Com o abandono da prática das queimadas, tende a ser utilizada na indústria como fonte de celulose para o processo de segunda geração.

Países como os Estados Unidos, o Canadá e a Suécia têm uma produção científica mais destacada que a do Brasil no desenvolvimento do etanol de segunda geração. Porém, os Estados Unidos utilizam milho como matéria prima celulósica e o Canadá e a Suécia resíduos de madeira, ou seja, matéria prima cana-de-açúcar está fora da rota tecnológica desses países.

Os métodos de prospecção tecnológica são usados há várias décadas em diversos países, como uma ferramenta para orientar os esforços empreendidos para a pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I). Os primeiros registros de utilização sistematizada das informações como ferramenta estratégica são datados da década de 50, cujo objetivo principal era a redução do tempo entre a invenção e a disposição dos produtos novos no mercado e, a essa atividade, deu-se o nome de prospecção tecnológica.

Para Coelho (2003), o termo prospecção tecnológica se refere a atividades de prospecção focada nas mudanças tecnológicas, em mudanças na capacidade funcional ou no tempo e significado de uma inovação. Tem como objetivo incorporar informação ao processo de gestão tecnológica, e buscar prever possíveis estados futuros da tecnologia ou condições que afetam sua contribuição para as metas estabelecidas.

Sendo assim, conforme Kupfer & Tigre (2004), os exercícios de prospecção tem como objetivo preparar a indústria com relação às oportunidades ou ameaças do futuro e iniciar o processo de construção do futuro almejado.

Portanto, os estudos prospectivos são essências na gestão da competitividade dos negócios.

Mayerhoff (2008) apresenta o processo de prospecção tecnológica em quatro fases. A primeira fase é a preparatória, onde são definidos os objetivos, escopo, abordagem e metodologia que será utilizada para o exercício da prospecção. Na segunda fase, denominada pré-prospectiva, é feito o detalhamento da metodologia. A terceira fase é a prospectiva, onde se dedica a coleta, tratamento e análise de dados. Na última fase, denominada pós-prospectiva, é realizada a comunicação dos resultados, a implementação das ações e o monitoramento.

Um dos gargalos da prospecção tecnológica apontado por Quintella (2011) é o espaço que existe da transferência de tecnologia para sociedade dos produtos desenvolvidos, desde empresas até o setor acadêmico.

3. Método

A metodologia adotada para a construção do artigo teve como base o mapeamento de informações relevantes com a finalidade de identificar os documentos de patentes relacionados com a tecnologia de produção de etanol celulósico a partir da cana-de-açúcar depositada nos principais escritórios de proteção industrial do mundo, entre os anos de 1995 e 2015. Para tanto foi utilizada a ferramenta de prospecção tecnológica *Questel Orbit*. Trata-se de um sistema de busca e análise de informações contidas em patentes e desenhos industriais, cujo diferencial está no agrupamento por família de patentes, buscas por status de tramitação, facilidade de visualização e exportação de resultados. O sistema traz ferramentas de análise estatística e correlacional, as quais permitem a geração e visualização de gráficos sobre grandes conjuntos de patentes.

O sistema permite busca por meio de palavras-chaves, campos bibliográficos, classificação de patentes, citações, famílias de patentes e status legal. A cobertura da base *Questel Orbit* abrange mais de 96 países para patentes, sendo 21 deles com textos integrais pesquisáveis e arquivos disponíveis para download.

No caso específico da pesquisa realizada, a busca no *Questel Orbit* foi feita por meio das seguintes palavras-chaves: “*hydrolysis and enzym + and ethanol and sugarcane*”, ou seja, “hidrólise enzimática + e etanol e cana-de-açúcar”. O objetivo foi fazer uma varredura nos documentos de patentes encontrados e identificar através da Classificação Internacional de Patentes (CIPs) os que efetivamente estão relacionados com áreas de conhecimentos ligadas a produção de etanol de segunda geração (celulósico) a partir da cana-de-açúcar.

Assim, pode-se obter, entre outras informações: i) número de patentes separando-as por subdomínio tecnológico; ii) número de patentes por país de origem do titular; iii) número de outros depósitos das patentes separando-as pelo país do outro depósito; iv) número de patentes por titular.

4. Resultados e discussão

Com a pesquisa realizada com o *software Questel-Orbit* e os termos de busca previamente selecionados, possibilitaram como resultado 79 documentos

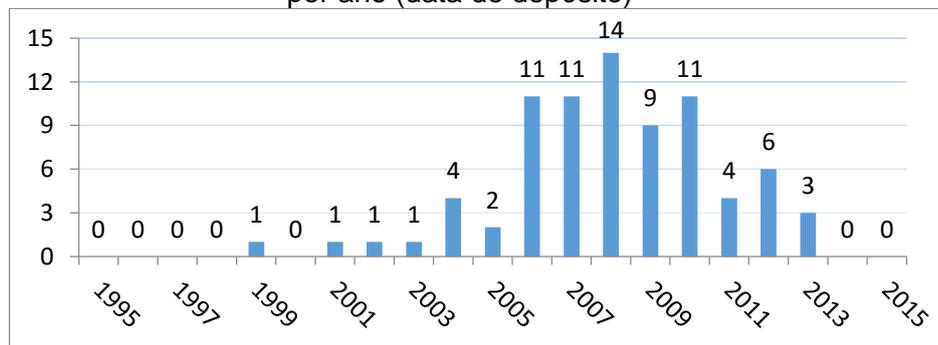
de patentes, dos quais 3 com nacionalidade principal de firmas ou pesquisadores brasileiros: Petrobras com o documento BR200506017-A, com data de depósito de 30/11/2006 e de publicação 15/07/2008, cujo título é “Etanol a partir de materiais de materiais lignocelulosicos por via enzimática”.

O segundo principal detentor é o CTC - Centro de Tecnologia Canavieira S.A com o documento BR 1020120328070-A2 com data de depósito de 20/12/2012 e de publicação de 19/11/2013, cujo título é “Sistema e processo para a produção integrada de etanol de primeira e segunda gerações, e uso de pontos de integração para dita produção”.

O terceiro documento tem a Braskem como a principal detentora do documento US2013095542-A1 cuja data de depósito é de 21/06/2012 e publicação de 18/04/2013, e o título “*Engineered microorganisms and integrated process for producing n-propanol, propylene and polypropylene*”. Esse terceiro documento não teve seu pedido feito junto ao órgão de proteção industrial brasileiro (INPI), e apresenta como país de prioridade os Estados Unidos.

O Gráfico 1 traz a distribuição dos resultados encontrados com os termos de busca por ano. Nota-se, de maneira geral, que o primeiro documento depositado com os termos de buscas selecionado ocorreu em 1999, ou seja, trata-se de uma tecnologia bastante recente. Esta constatação ratifica uma das decisões metodológicas deste trabalho, que estabeleceu, como fonte de informação, o uso de uma base de patentes contendo documentos publicados a partir de 1995.

Gráfico 1 - Distribuição dos resultados obtidos com os termos de busca selecionados por ano (data de depósito)



Fonte: Dados obtidos pelos autores a partir de pesquisa com termos de busca no Quest-Orbit.

Os anos com maior concentração de depósitos para o termo de busca em questão estão entre 2006 e 2010, que corresponde ao período de expansão recente da produção sucroenergética canavieira no país. Nota-se que para o período em questão foram depositadas um total de 56 documentos de patentes, o equivalente a mais de 70% de todos os documentos analisados.

O etanol vem sendo produzido pela hidrólise e fermentação de materiais lignocelulósicos desde o fim do século XIX (GOLDEMBERG *et al.*, 2008), somente nos últimos 20 anos essa tecnologia tem sido proposta para atender o mercado de combustíveis. Durante esses últimos 100 anos, inúmeros compostos celulósicos, tais como cavaco de madeira, capins e hortaliças, têm sido testados em reatores de hidrólise enzimática para a produção de etanol em todo o mundo. A pesquisa científica que trata da tecnologia de extração de etanol a partir da celulose da cana-de-açúcar (segunda geração) para fins de produção de combustível iniciou-se em meados da década de 1990. Assim, os documentos de patentes representados no Gráfico 1, tratam especificamente de etanol de

cana-de-açúcar a partir da rota de hidrólise enzimática, que têm sido depositados desde 1999 e teve seu ápice durante os anos de 2006 a 2010¹.

A iniciativa pioneira na pesquisa de etanol de segunda geração ocorreu em meados de 2000 a partir do convênio firmado entre FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo) e empresas privadas de bens de capital e produtoras de etanol do setor. Nesse acordo, a tecnologia DHR (Dedini Hidrólise Rápida), que havia sido recém-desenvolvida pela Dedini Indústria de Base, seria testada em escala industrial. O valor total do projeto, que faz parte do programa Parceria para a Inovação Tecnológica (PITE), foi de R\$ 3,58 milhões, sendo que a FAPESP entrou com R\$ 1,76 milhão; a Dedini, com R\$ 1,32 milhão; e a Copersucar (Cooperativa dos Produtores de Açúcar e Alcool), com R\$ 500 mil. O desenvolvimento do processo demandou grande esforço por parte dos pesquisadores, que iniciaram seus estudos ainda no início da década de 1990 (VASCONCELOS, 2002).

O Gráfico 2 apresenta a distribuição dos documentos de patentes observados durante a pesquisa de acordo com seu país de origem. Nota-se que, aproximadamente 75% dos documentos foram depositados nos Estados Unidos (US); 6,3% do total na China (CN); 4 na Índia (IN); 2 na União Europeia (EP), no Brasil (BR), na Dinamarca (DK) e na Suécia (SE); e 1 na Espanha (ES).

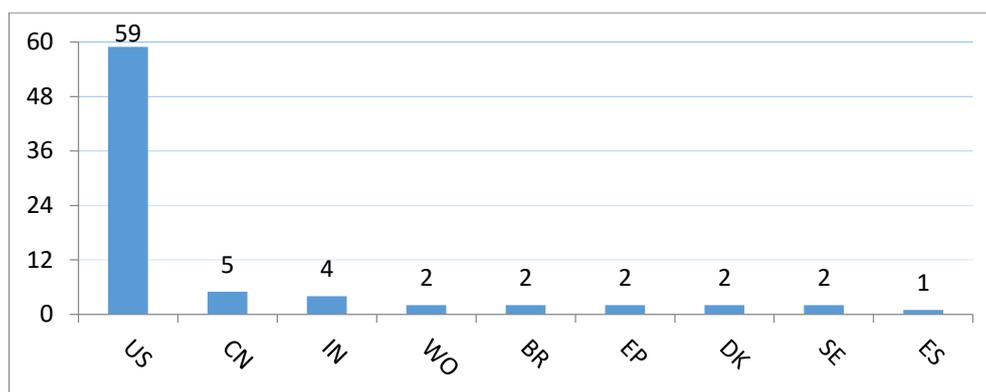
A Convenção de Paris, da qual o Brasil é signatário, estabeleceu o princípio do Território da Patente, ou seja, a proteção que o Estado confere através da patente (ou desenho industrial) tem validade somente dentro dos limites territoriais do país que concede a proteção. Isso significa que não existe uma “patente mundial”, o depósito tem que ser feito em cada país em que o detentor tem interesse em proteger sua invenção.

Por outro lado, pode-se assegurar o depósito de uma invenção através de pedido de patente em vários países concomitantemente, o escritório local encaminha o pedido PCT (*Patent Cooperation Treaty*) para o WIPO (*World International Patent Organization*). Os pedidos PCT são representados pela sigla “WO”, conforme pode-se observar no Gráfico 2 foram depositados 2 documentos com os termos de buscas pesquisados com essa característica.

Cabe ressaltar que a distribuição das nacionalidades dos depositantes não é capaz de identificar em quais países há maior desenvolvimento de pesquisas com etanol de segunda geração (assunto principal dos termos de busca pesquisados), pois muitas firmas que atuam neste mercado têm centros de pesquisa em países distintos.

Gráfico 2 - Distribuição dos resultados obtidos com o termo de busca por país em que a invenção foi depositada inicialmente (país de prioridade)

¹ A expectativa em relação ao etanol de segunda geração surgiu num momento em que o governo federal, usineiros e fabricantes de automóveis elaboravam o renascimento do Programa Nacional do Alcool (Proálcool). Criado em 1975, para substituir, a preços baixos, a gasolina fortemente impactada com a crise mundial de abastecimento de petróleo em 1973, o Proálcool atingiu o sucesso entre 1984 e 1986, quando a porcentagem de automóveis saídos das montadoras de veículos com motor a álcool atingiu 96%. O programa entrou em declínio no final dos anos 80, quando a cotação internacional do petróleo começou a baixar e a relação vantajosa de preço entre o álcool e a gasolina, de até 40%, reduziu-se até cair pela metade. Soma-se ao fato que os usineiros reduziram a fabricação de álcool e elevaram a de açúcar, cujos preços internacionais apresentavam-se mais atraentes. Isso gerou uma crise de desabastecimento e desconfiança no produto (PIACENTE & SILVA, 2013).

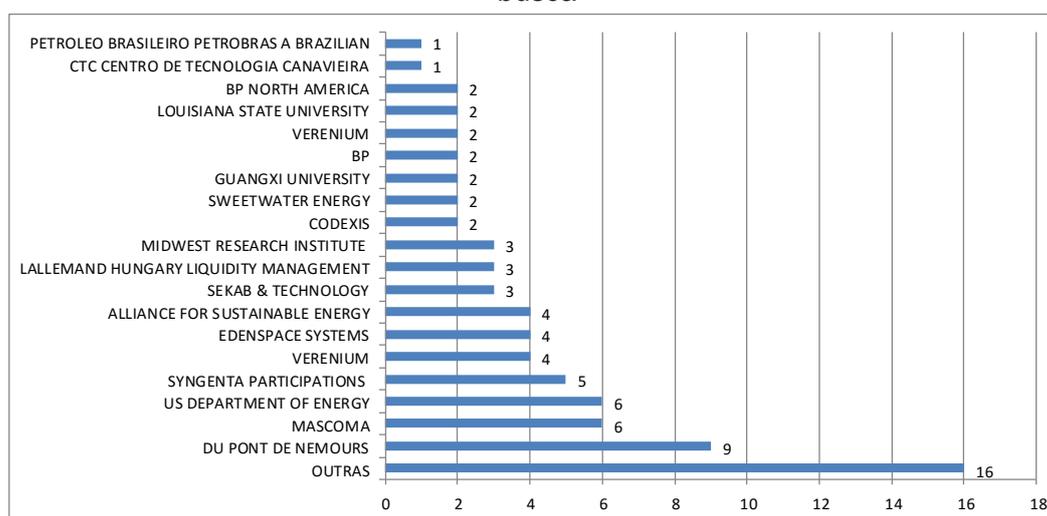


Fonte: Dados obtidos pelos autores a partir de pesquisa com termos de busca no *Quest-Orbit*.

A informação tecnológica presente em um documento de patente permite observar, com maior exatidão, os países com desenvolvimento tecnológico mais expressivo em um determinado setor, que é o “país de prioridade” desse documento, o qual representa o local onde foi efetuado o primeiro depósito de patente para a referida tecnologia no mundo.

Destaca-se ainda, sobre os depositantes dos 79 pedidos de patentes selecionados para este estudo, a presença de três empresas nacionais: Centro de Tecnologia Canaveira (CTC); Petrobras; e a Braskem. Porém, apenas os documentos do CTC e da Petrobras estão relacionados no Gráfico 3 pois os dois foram depositados como “país de prioridade” no Brasil. O terceiro documento, cujo titular é a Braskem, teve a pesquisa de desenvolvimento realizada no Brasil, em parceria com a UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas) como co-titular, porém foi depositado prioritariamente em outro país. Nota-se ainda que O Gráfico 3 apresenta apenas os autores principais, excluindo as co-titularidades.

Gráfico 3 - Relação dos principais depositantes de pedidos de patente com o termo de busca



Fonte: Dados obtidos pelos autores a partir de pesquisa com termos de busca no *Quest-Orbit*.

O Gráfico 4 descreve a situação atual dos documentos pesquisados². A classificação “pedidos em pendência” apresenta algum tipo de inconformidade

² Segundo INPI (2009), a base de patentes dos escritórios de proteção industrial no mundo todo contém todas as publicações referentes a cada pedido de patente depositado no país, desde sua data de depósito. Cada publicação recebe um código de despacho, que corresponde à decisão dada a um determinado pedido de patente em uma determinada data, com esse código é possível identificar o status do documento como sendo: “pedidos em pendência”; “expirados”; “caducos”; “pedidos arquivados” e “patentes concedidas”.

documental ou de pagamento que impede o prosseguimento do seu registro, ou titularidade (25 documentos). Os “expirados” classificam documentos de patentes que perderam a validade em função do esgotamento do prazo máximo de concessão (1 documento). Os “caducos”, situação em que um pedido de patente deferido em algum momento não teve sua revalidação a cada 5 anos feita pelo detentor (4 documentos). Os considerados protegidos, ou “patentes concedidas” (49 documentos na pesquisa) são aqueles que tiveram seu pedido de patenteamento deferido ou concedido e cujos detentores recolheram o pagamento da carta patente.

Quanto aos 3 documentos de titularidade brasileira constatados na pesquisa, o de numeração BR200506017-A cuja principal depositante é a Petrobras encontra-se com classificação “patente concedida”. O BR 1020120328070-A2 do CTC e o US2013095542-A1 da Braskem encontram-se com o status de “pendência”.

Gráfico 4 – Estágio atual dos documentos de patentes pesquisados a partir dos termos de busca selecionados



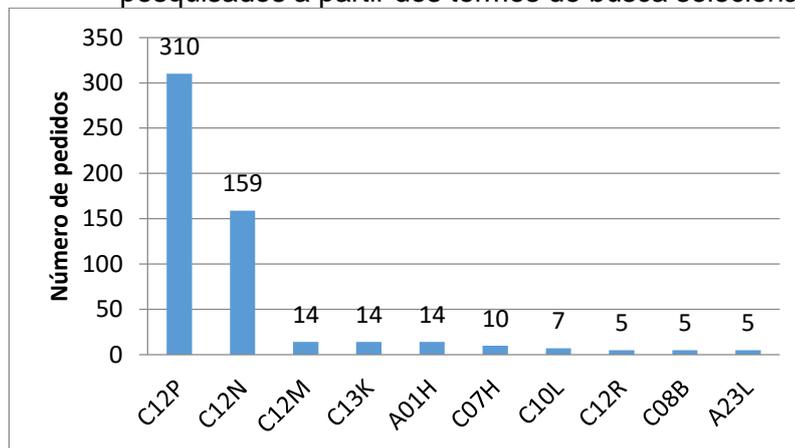
Fonte: Dados obtidos pelos autores a partir de pesquisa com termos de busca no *Quest-Orbit*.

O Gráfico 5, refere-se às principais classes de pedidos de patentes selecionadas na etapa de busca, segundo a Classificação Internacional de Patentes (CIPs)³, as principais classes enquadradas na pesquisa foram as associadas às seções A e C, necessidades humanas e química/metalurgia, respectivamente. Dentro da seção C, a classificação de maior frequência foi a C12, que trata de bioquímica, cerveja, álcool, vinho, vinagre, microbiologia, enzimologia, engenharia genética ou de mutação. Ainda dentro da classe C12, nota-se que a maioria dos documentos levantados estão subclassificados basicamente em 3 categorias: C12N – microorganismos ou enzimas; suas composições; propagação, preservação ou manutenção de microorganismos ou tecido; engenharia genética ou de mutações; meios de cultura; C12P – 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 e C12M – aparelhos para enzimologia ou microbiologia.

³ A Classificação Internacional de Patentes, também chamada de IPC (International Patent Classification), estabelece um sistema hierárquico de símbolos para a classificação de Patentes de Invenção e de Modelo de Utilidade de acordo com as diferentes áreas tecnológicas. Ela é adotada por mais de 100 países e coordenada pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (INPI, 2013)

Em relação aos três documentos de titularidade de detentores brasileiros levantados na pesquisa, o que apresenta a Petrobras como principal detentor está classificado como C12P e C12R. O documento do CTC foi classificado como B01D, C12F e C12P e o da Braskem como C12P. Nota-se que as classificações B01D e C12F não são referidas no Gráfico 5 uma vez que não é a principal classificação do documento⁴.

Gráfico 5 – Distribuição das principais CIPs dos documentos de patente pesquisados a partir dos termos de busca selecionados



Fonte: Dados obtidos pelos autores a partir de pesquisa com termos de busca no *Quest-Orbit*.

5. Considerações Finais

A pesquisa desenvolvida nesse trabalho permitiu verificar, a partir da busca dos termos selecionados com o *software Questel-Orbit*, a relevância da pesquisa envolvendo etanol de segunda geração nas principais bases de proteção industrial do mundo. Estudos desse tipo configuram uma importante ferramenta para o diagnóstico do estado da arte de determinadas tecnologias, para visualização dos principais detentores das técnicas e inovações vanguardistas e configuram um importante meio para ajudar na determinação de políticas de ciência e tecnologia em várias esferas de governo.

O levantamento dos documentos de patente estudados permitiu apontar, mesmo que de maneira incipiente, aspectos importantes sobre as iniciativas de pesquisa e desenvolvimento na área em questão. Que a tecnologia inerente à produção de etanol celulósico a partir de cana-de-açúcar é recente em todo o mundo, tendo seu desenvolvimento se tornado mais expressivo somente nos últimos 20 anos. Esta tecnologia permeia diversos campos científicos e tecnológicos, e neles interfere, tais como a química e bioquímica, em função da alta complexidade tecnológica envolvida.

Nota-se ainda que, os processos produtivos para fabricação de etanol de primeira geração são praticamente voltados às áreas de conhecimento da metalurgia e da química. Por outro lado, os de segunda geração concentram-se na bioquímica, com uma atenção especial ao desenvolvimento de microrganismos enzimáticos. As especificidades técnicas do processo enzimático (segunda geração) para produção de etanol de cana-de-açúcar,

⁴ Por fim, é importante ressaltar que cada pedido de patente pode apresentar mais de uma CIP, o que ocorre para a maioria dos pedidos na área de pesquisa em questão, e uma determinada CIP pode estar presente em mais de um documento de patente. Desta forma, é de se esperar que o número total de documentos de patente apresentados no Gráfico 5 seja superior ao número de pedidos de patente selecionados para o presente estudo (79 documentos).

quando comparado com o processo tradicional (primeira geração) pode indicar uma mudança na rota tecnológica da produção desse combustível, porém para que isso possa ser efetivamente comprovado, mais estudos devem ser realizados na área de prospecção tecnológica.

Referências

- COELHO, G. M. Prospecção tecnológica: metodologias e experiências nacionais e internacionais. Rio de Janeiro: INT, 2003.
- GOLDEMBERG J., NIGRO F. B. E. e COELHO S. T.; Bioenergia no estado de São Paulo: situação atual, perspectivas, barreiras e propostas. São Paulo - SP: Imprensa Oficial, 2008.
- HAMELINCK, C. N.; HOOIJDONK, G. V.; FAAIJ, A. P. C. Ethanol from lignocellulosic biomass: techno-economic performance in short-, middle- and long-term. Biomass and Bioenergy, n. 28 p. 384-410, 2005.
- INPI - INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL. (2009). O que é patente? Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/menuesquerdo/patente/pasta_oquee>. Acesso em: 04 maio. 2013.
- INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial (2009). Código da Propriedade Industrial. Rio de Janeiro: Editora do INPI, 2ª ed., Abril de 2009, 246 p.
- KUPFER, D.; TIGRE, P. B. Modelo SENAI de prospecção: documento metodológico. Capítulo 2: prospecção tecnológica. OIT/CINTERFOR, Organización Internacional Del Trabajo CINTERFOR. Montevideo: OIT/CINTERFOR, 2004.
- MARQUES, F. (2009). O bagaço é o alvo. Revista Pesquisa FAPESP, nº 163, setembro de 2009.
- MAYERHOFF, Z. D. V. L. Uma análise sobre os estudos de prospecção tecnológica. Cadernos de Prospecção, v. 1, n. 1, p. 7-9, 2008.
- PIACENTE, F. J., SILVA, V. C.; Geração, apropriação e difusão de tecnologias para o setor sucroalcooleiro no âmbito do Proálcool. **IN: XV Congresso Latino Americano de Gestão de Tecnologia (ALTEC 2013)**, 2013, Porto, Portugal.
- QUINTELLA, CRISTINA MARIA et al. Prospecção tecnológica como uma ferramenta aplicada em ciência e tecnologia para se chegar à inovação. Revista Virtual de Química, v. 3, n. 5, p. 406-415, 2011.
- UNICA. União da indústria de Cana-de-Açúcar. Agroindústria Balanço de Atividades de 2014. São Paulo: Unica, 2014.
- UNICA. União da Indústria de Cana-de-açúcar. Relatório final da safra 2013/14: região Centro-Sul. Departamento de Economia e Estatística. São Paulo: UNICA, 2015
- VASCONCELOS, Y. (2002). Não sobra nem o bagaço. Revista Pesquisa FAPESP. n. 77, julho 2002, pag. 66-70.