

MAPEAMENTO TECNOLÓGICO DA PRODUÇÃO DO BIO-ÁCIDO SUCCÍNICO NO CENÁRIO BRASILEIRO

Sabrina Dias de Oliveira^{1*}, Luiz André Felizardo Silva Schlittler¹, Adelaide Maria de Souza Antunes^{1,2}, Nei Pereira Júnior¹

¹ *Escola de Química, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
(sabrina@inovacao.ufrj.br)*

² *Academia de Propriedade Intelectual do INPI, Instituto Nacional de Propriedade Industrial*

RESUMO

Para a realização do mapeamento tecnológico foi escolhida, como estudo de caso, a produção biotecnológica do ácido succínico a partir de resíduos lignocelulósicos. A avaliação, utilizando indicadores de patentes, contemplou a evolução dos depósitos dos documentos, a origem da tecnologia e a identificação dos principais processos de produção do ácido succínico, que foram objetos de proteção no país. O mapeamento realizado teve como abrangência o território brasileiro e evidenciou a ausência de pedidos de patentes de residentes nacionais. Fatores como pouco conhecimento sobre proteção da propriedade intelectual, burocracia na obtenção de recursos financeiros, além da carência de alianças com o setor privado para a produção e viabilidade comercial de produtos podem ter contribuído para a constituição deste panorama. Sendo assim, esse trabalho representa um primeiro passo importante na área de prospecção tecnológica de um produto considerado estratégico para o fortalecimento da indústria química brasileira.

Palavras Chave: mapeamento; ácido succínico; produção biotecnológica; indicadores de patentes.

ABSTRACT

To perform the mapping technology was chosen as a case study, the biotechnological production of succinic acid from lignocellulosic residues. Evaluation using patent indicators, included the evolution of deposits of the documents the origin of technology and the identification of key processes of production of succinic acid, which were objects of protection in the country. The mapping was done encompassed the Brazilian territory and showed the absence of patent applications of domestic residents. Factors such as lack of knowledge about intellectual property protection, bureaucracy in obtaining financial resources, and the lack of alliances with the private sector for the production and commercial viability of products may have contributed to the creation of this panorama. Thus, this work represents an important first step in the technological forecasting area of a product considered as strategic for strengthening the chemical industry.

Key words: mapping, succinic acid, biotechnological production, patent indicators.

Área tecnológica: Biotecnologia.

INTRODUÇÃO

O mundo caminha cada vez mais para o progresso industrial e é certo que esse processo resulta do aperfeiçoamento tecnológico, fruto das necessidades humanas e da genialidade inventiva do homem. Os estudos sobre desenvolvimento têm mostrado que o crescimento social e o poder das nações são responsáveis diretos pela capacidade de inovação tecnológica e de transferência e aplicação desta tecnologia. (FUJINO et al., 1999). A inovação tecnológica constitui-se em um processo complexo, dinâmico e coletivo que envolve diferentes atores (sociais, tecnológicos e econômicos), como pesquisadores, organizações e governo, ou seja, requer vários tipos de tecnologia e conhecimento oriundos de diferentes fontes, incluindo indústria, empresas, laboratórios, institutos de pesquisa e desenvolvimento, academia e consumidores (HSU, 2005). Para que o sistema de inovação de um país esteja fortalecido, é de extrema importância que exista uma articulação eficiente entre universidade, empresa e governo.

Em todos os países desenvolvidos está consolidada a posição de que a ciência e a inovação tecnológica têm oferecido inestimáveis oportunidades às empresas e aos cidadãos e é reconhecida sua fundamental importância na disputa, cada vez mais acirrada, pelo comércio internacional (SILVA, 2001).

Dessa forma, o exercício de produzir visões de futuro, de antecipar oportunidades emergentes e potenciais ameaças, indicar tendências e prioridades tem sido considerado fundamental para o sucesso do processo de inovação e para a promoção da competitividade em todo o mundo (MDIC et al., 2005). O estudo de prospecção tecnológica tem, ainda, o papel de orientar os investimentos no setor de interesse em médio e/ou longo prazo, por isso, líderes governamentais e empresas privadas utilizam essa ferramenta para a fundamentação do processo de análise do futuro, para que qualquer investimento referente à inovação tecnológica resulte em uma vantagem competitiva e sustentável. A prospecção tecnológica é realmente uma ferramenta poderosa, pois é capaz de projetar as necessidades do mundo no futuro, criando condições de entendê-lo no presente, já que é respaldada em um conjunto de informações estruturadas e em opinião qualificada (BAHRUTH et al., 2006).

Vale ainda ressaltar que o mapeamento tecnológico da produção do ácido bio-succínico, objeto de estudo do presente trabalho, foi escolhido por estar intimamente ligado ao desenvolvimento de um processo de produção, com ampla aplicação na indústria de transformação. Além disso, o objeto de estudo ainda está relacionado com a valorização de resíduos lignocelulósicos, enfatizando um novo direcionamento para o desenvolvimento industrial de forma sustentável, com base no conceito de biorrefinaria.

DESCRIÇÃO DA TECNOLOGIA

A dependência por petróleo permanece como o fator mais importante que afeta a distribuição mundial de riqueza, os conflitos globais e a qualidade do meio ambiente. Existem diversas possibilidades para substituir processos químicos convencionais por processos biotecnológicos baseados em fontes renováveis, dentro do contexto de biorrefinaria. Porém, isso se torna viável somente quando a matéria-prima é barata, como é o caso do bagaço de cana-de-açúcar no Brasil. Adicionalmente, é necessário o desenvolvimento de processos que trabalham de forma adequada para fazer o melhor uso possível de matéria-prima, com procedimentos que evitam o máximo possível à agressão ao meio ambiente, onde a utilização de fontes alternativas é feita de forma

equilibrada entre a cadeia alimentar e a obtenção de produtos químicos (HATTI et al., 2007). Neste contexto estão inseridas as biorrefinarias.

O bagaço de cana-de-açúcar apresenta-se como um dos materiais lignocelulósicos com maior potencial para a obtenção de diversos produtos de interesse comercial, além de ser uma fonte de carbono de baixo custo que pode minimizar os custos de produção em relação aos seus sucedâneos advindos de petróleo.

Paralelamente, questões de segurança, política e saúde estão se tornando cada vez mais importantes, fazendo-se necessária a reavaliação de muitos processos químicos. As autoridades reguladoras têm dado maior atenção aos problemas de caráter ambiental, seja por pressão da opinião pública mundial ou por segmentos da sociedade civil organizada. O processamento de hidrocarbonetos ocorre, via de regras, em solventes orgânicos. Muitas rotas são baseadas em catalisadores que requerem altas temperaturas e pressões para sua atividade. Em geral, reagentes, subprodutos ou intermediários são nocivos à saúde humana ou ao meio-ambiente. Além disto, o consumo de energia e a emissão de efluentes (líquidos, gasosos e resíduos sólidos) são significativos (DECHEMA, 2004).

Sob esta panorâmica, o uso de fontes renováveis como matéria-prima – como o bagaço de cana-de-açúcar – pode e deve ser utilizado, contribuindo para a sustentabilidade de processos e produtos.

A maioria dos ácidos orgânicos existentes no mercado é produzida via síntese química, gerando altos níveis de poluição. A evolução do mercado mundial dos produtos derivados de matérias-primas agroindustriais está obrigando as empresas do setor químico a incorporar novas tecnologias para alcançar maiores índices de qualidade e eficiência. Na busca por produtos finais mais competitivos e rentáveis, como por exemplo, ácidos orgânicos e plásticos biodegradáveis, o setor industrial vem sendo compelido a incorporar inovações tecnológicas, desenvolvimentos de novos sistemas produtivos e de equipamentos para processos que protejam o meio ambiente e gerem menor quantidade de poluentes (CORDOBA, 2001).

Os ácidos orgânicos são compostos importantes para a indústria de transformação, principalmente a química, farmacêutica e de alimentos. Uma das grandes aplicações de ácidos orgânicos é a sua utilização como intermediário na produção de bioplásticos.

A maior parte dos ácidos orgânicos são produtos naturais de microrganismos ou, no mínimo, intermediários naturais nas principais vias metabólicas. Por causa de seus grupos funcionais, esses ácidos são extremamente úteis como matérias-primas para a indústria química. É interessante notar que, para muitos ácidos orgânicos, o mercado atual é pequeno, mas um processo de produção econômico poderá criar novos mercados, fornecendo novas oportunidades para a indústria química. Por exemplo, os ácidos succínico, fumárico e málico poderiam substituir o anidrido maléico, um *commodity* derivado do petróleo.

O ácido butanodióico, conhecido como ácido succínico, é um ácido dicarboxílico produzido como um intermediário do ciclo dos ácidos tricarboxílicos (TCA), ou como produto principal da fermentação anaeróbica por alguns microrganismos (LEE et al., 2000), constituindo-se em um metabólito comum produzido por plantas, animais e microrganismos (ZEIKUS et al., 1999).

Sua estrutura química, apresentada na Figura 1, é representada por $C_4H_6O_4$.

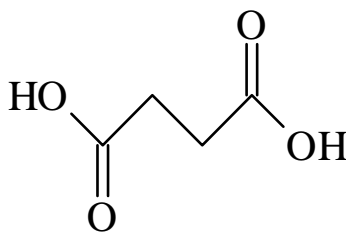


Figura 1: Estrutura química do ácido succínico.
Fonte: Autoria própria, 2012.

Após a primeira purificação do ácido succínico a partir do âmbar por Georgius Agricola em 1546, ele tem sido produzido por fermentação microbiana para o uso nas indústrias agrícolas, alimentícia e farmacêutica (ZEIKUS et al., 1999). Atualmente, a maior parte do ácido succínico disponível comercialmente é produzido por processo químico, no qual o gás liquefeito de petróleo (GLP) – ou o petróleo – é usado como material de partida (SONG, 2006).

De acordo com o Departamento de Energia dos EUA (DOE) e a Comissão Européia, o ácido succínico têm sido apontado como o ácido orgânico de maior potencialidade acerca de uma variedade de aplicações industriais. O mercado para este ácido é de aproximadamente 20.000 – 30.000 toneladas por ano, considerando a sua produção por rota química, a partir do anidrido maléico (KIDWELL, 2008). Compostos que apresentam uma ampla aplicação industrial, a partir dos quais se obtém uma série de subprodutos, estão inseridos no conceito de “blocos de construção”, os quais constituem a base para o fornecimento de uma série de substâncias intermediárias e produtos finais, importantes na indústria química, principalmente de biopolímeros a partir de succinato (DELHOMME et al., 2009; WERP, 2004, MCKINLAY et al., 2007; ZEIKUS et al., 1999; SONG, 2006).

A Figura 2 apresenta o ácido succínico como precursor de muitos produtos químicos importantes industrialmente (SONG, 2006).

Ainda cabe ressaltar que o ácido succínico, por exemplo, pode substituir mais de 250 produtos químicos derivados do benzeno, que é conhecidamente carcinogênico por todas as rotas de exposição (KERMANSNAHI et al., 2005). Somado a sua importância como bloco de construção para o segmento industrial, uma vantagem adicional desta substância química reside na sua produção por fermentação, a qual ocorre com consumo de CO₂, fornecendo uma alternativa interessante para o problema de seqüestro do carbono (VAN DER WERF et al., 1997; GUETTLER, 1996).

Além disso, uma crescente demanda por ácido succínico é esperada quando seu uso for estendido para a síntese de polímeros biodegradáveis, tais como succinato de polibutileno (PBS) e poliamidas (WILLKE, 2004) e vários solventes verdes (RUDNER et al., 2005).

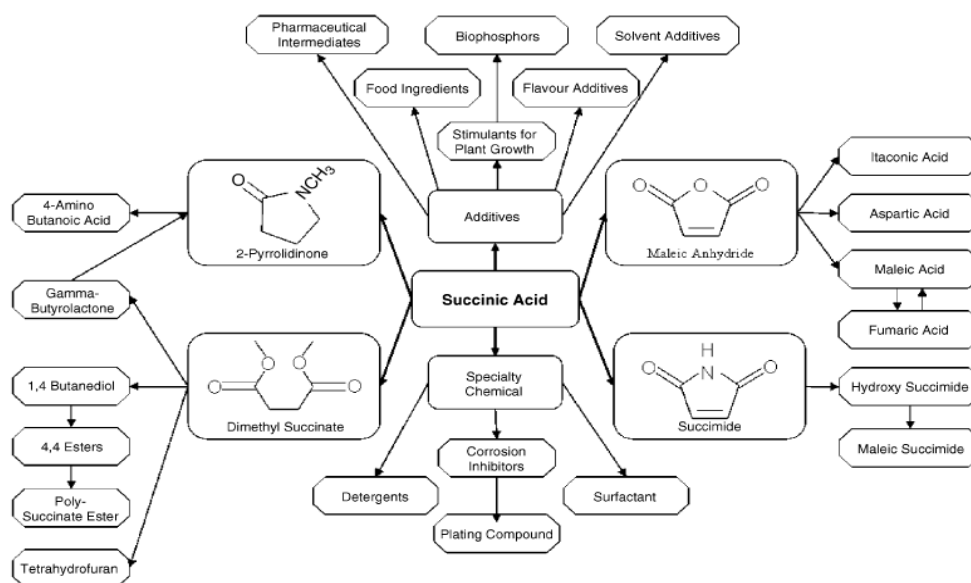


Figura 2: Vários produtos e substâncias químicas que podem ser sintetizados a partir do ácido succínico. Fonte: SONG, 2006.

METODOLOGIA

As estatísticas de patentes estão sendo cada vez mais reconhecidas como indicadores úteis da atividade inventiva e de fluxos de tecnologia, pois funcionam como incentivo a uma contínua renovação tecnológica. As patentes são uma fonte de informação única, pois contém informações públicas e detalhadas sobre invenções que podem ser comparadas a outros indicadores e prover *insights* sobre a evolução da tecnologia (WIPO, 2006). Dentre as vantagens da análise de patentes, pode-se destacar a padronização e estruturação das informações em diferentes depósitos no mundo. As patentes depositadas em cerca de 70 países são classificadas detalhadamente segundo a Classificação Internacional de Patentes (CIP), que agrupa patentes em 8 seções, 21 subseções, 120 classes e 628 subclasses (MARTINS, 2008). A Classificação Internacional de Patentes apresenta como vantagens: ser uma ferramenta homogênea de busca e recuperação de documentos de patente em diversos países; dispor, de forma organizada, os documentos de patente, a fim de facilitar o acesso às informações tecnológicas e legais contidas nesses documentos; além de servir como base para investigar o estado da técnica em determinados campos da tecnologia (WINTER, 2010). Dessa forma, o levantamento de indicadores torna-se mais fácil e confiável (DE MARTINO, 2009).

De maneira geral, a análise de patentes é baseada no pressuposto de que o aumento do interesse por novas tecnologias se refletirá no aumento da atividade de P&D (Pesquisa & Desenvolvimento) e que isso, por sua vez, se refletirá no aumento de depósito de patentes. Assim, presume-se que se podem identificar novas tecnologias pela análise dos padrões de patentes em determinados campos. Os resultados são muitas vezes apresentados de forma quantificada, mas seu uso no processo decisório tem por base uma avaliação qualitativa (CGEE, 2010). Foi realizada, previamente, a

determinação de alguns critérios (Tabela 1) visando definir estratégia e abrangência da busca. Conforme apresentado na Tabela 1, foi realizado um mapeamento tecnológico quantitativo e qualitativo, por meio de indicadores de patentes, da produção fermentativa de ácido succínico no Brasil. Para isso, a base de dados de patentes do INPI foi utilizada para o período selecionado entre 1980 – 2010. A estratégia de busca adotada no presente trabalho foi a delimitação da área específica através da Classificação Internacional de Patentes (CIP).

Tabela 1. Determinação de critérios para estratégia e abrangência da busca

Bases de dados utilizadas	<i>Patentes</i>
Tipo de monitoramento	<i>Nacional</i>
Período	<i>1980-2010</i>
Estratégia de busca	<i>CIP</i>
Dados Identificados	<ol style="list-style-type: none"> 1. Principais titulares no Brasil e no mundo 2. Principais países e/ou regiões depositantes 3. Pedidos de residentes brasileiros 4. Principais mercados protegidos

Fonte: Autoria própria, 2012.

A classe/subclasse C12P refere-se a 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. As subseções da CIP que melhor se relacionam ao tema de busca, com o propósito de recuperar o maior número possível de documentos relevantes, estão apresentadas na Tabela 2 (INPI, 2011).

Tabela 2. Descrição das subseções da CIP relacionadas ao tema de busca (Fonte: INPI, 2011)

Subseções	Descrição
C12P 7/00	Preparação de compostos orgânicos contendo oxigênio
C12P 7/40.	Contendo um grupo carboxila
C12P 7/44..	Ácidos policarboxílicos
C12P 7/46...	Ácidos dicarboxílicos tendo quatro ou menos átomos de carbono, por ex., ácido fumárico, ácido maléico

Fonte: Autoria própria, 2012.

Com base nos dados identificados, a classificação C12P 7/46, definida na Tabela 2, foi escolhida como estratégia de busca, para auxiliar no levantamento de documentos sobre a produção de ácido

succínico, já que o mesmo é um ácido dicarboxílico com quatro átomos de carbono e sua produção por processo fermentativo é o objeto de estudo desse trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando a base de patentes do INPI, a busca da produção fermentativa do ácido succínico retornou 16 documentos. Não foram encontrados pedidos de patentes de residentes sobre a produção de ácido succínico por rota fermentativa no Brasil. A Figura 3 apresenta a evolução nos depósitos de pedidos de patentes no Brasil no período entre 1980 e 2010.

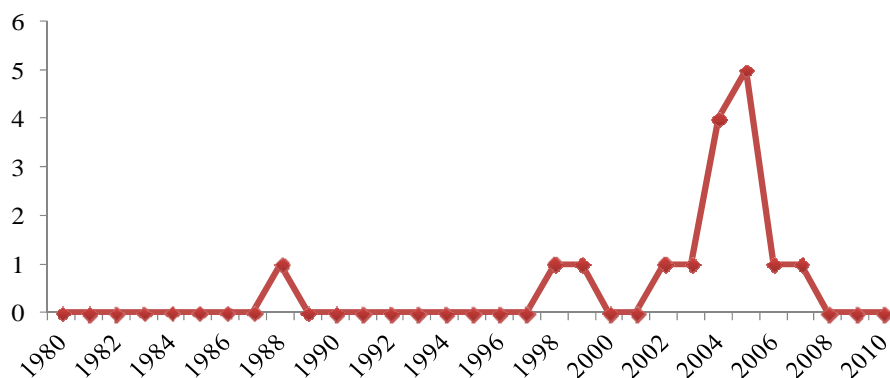


Figura 3: Evolução dos depósitos de pedidos de patentes no Brasil (1980-2010).
Fonte: Autoria própria, 2012.

A Figura 4 apresenta a origem da tecnologia protegida pelo sistema de patentes no Brasil. Para isso, foram analisados o país de prioridade e o país do depositante dos documentos de patentes.

A informação relacionada ao país do inventor não foi considerada por não ter sido encontrada nos documentos de patentes avaliados.

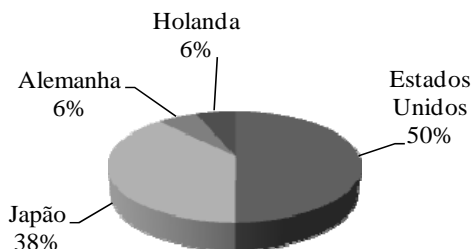


Figura 4: Países e/ou regiões depositantes de pedidos de patentes no Brasil para a produção de ácido succínico por rota fermentativa (1980 – 2010).
Fonte: Autoria própria, 2012.

A Figura 5 apresenta as instituições depositantes de pedidos de patentes no Brasil para a produção de ácido succínico por rota fermentativa.

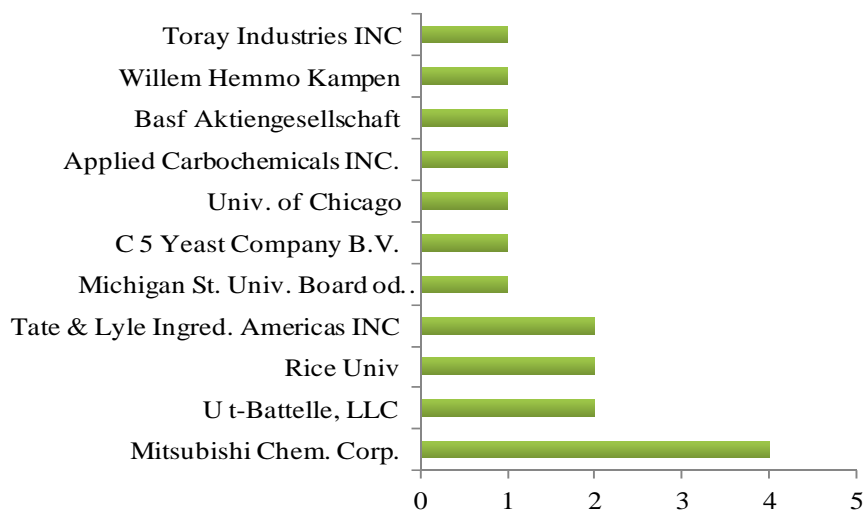


Figura 5: Instituições depositantes de pedidos de patentes no Brasil para a produção de ácido succínico por rota fermentativa (1980 – 2010).
Fonte: A autoria própria, 2012.

Dentre os pedidos de patentes avaliados, dois documentos possuem dois cotitulares. Como instituições depositantes de pedidos de patentes relacionados à produção de ácido succínico têm nove empresas e três universidades.

A Figura 6 apresenta a análise qualitativa dos documentos de patentes depositados no Brasil.

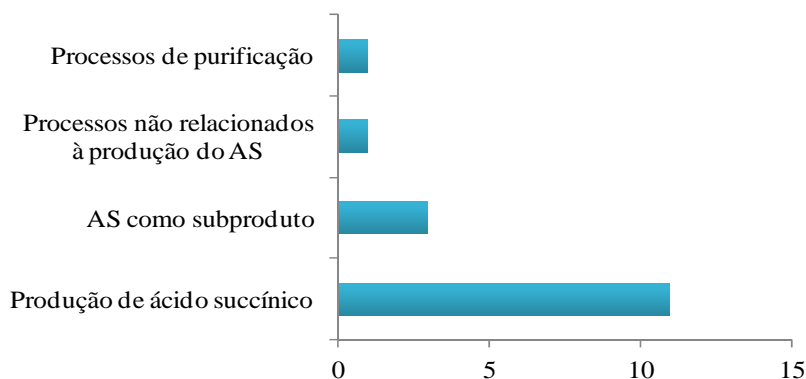


Figura 6: Análise qualitativa dos documentos de patentes relacionados à produção de ácido succínico por rota fermentativa (1980 – 2010). Fonte: A autoria própria, 2012.

Dentre as patentes encontradas, um documento não estava relacionado à produção do ácido succínico – tratava-se da produção de ésteres – e outro documento referia-se ao processo de purificação por meio do uso de resina trocadora de íons. Além disso, três patentes estavam relacionadas à produção de ácido succínico como subproduto: dois documentos eram sobre produção de etanol e um sobre produção de ácido málico.

A Figura 7 destaca os processos de produção de ácido succínico descritos nos onze documentos de patentes avaliados.

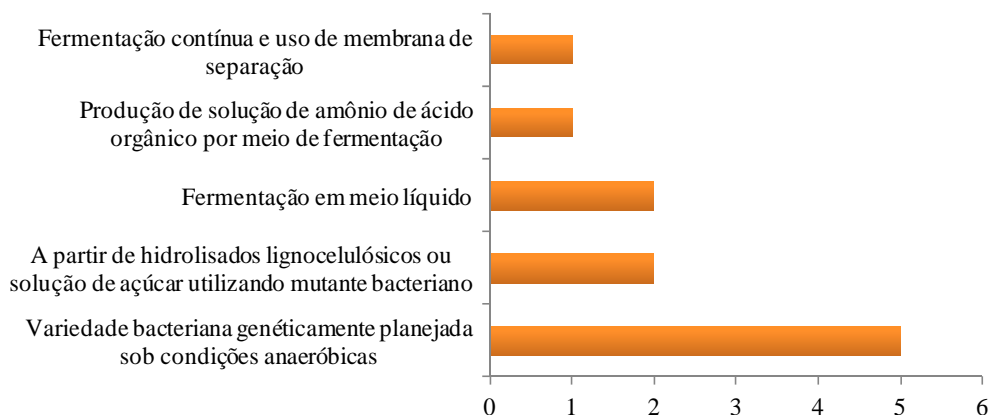


Figura 7: Processos de produção de ácido succínico descritos nos documentos de patentes avaliados. Fonte: Autoria própria, 2012.

A partir dos dados coletados na Figura 7, vale ressaltar que apenas duas patentes estão relacionadas a processos de produção de ácido succínico a partir de hidrolisados lignocelulósicos. Um dos documentos foi depositado em 2002 e tem como depositantes as instituições Ut-Battelle e LLC, enquanto que o outro documento teve seu depósito em 2004, tendo como titulares Ut-Battelle, LLC e Universidade de Chicago (2004).

COMENTÁRIOS FINAIS

O presente trabalho contemplou o mapeamento da produção biotecnológica do ácido succínico no cenário brasileiro, ou seja, utilizou apenas documentos de patentes oriundos da base de dados do INPI como indicadores tecnológicos. Contudo, apesar da evidente limitação de se utilizar apenas uma base de dados para a produção dos indicadores, o mapeamento realizado evidenciou a ausência de pedidos de patentes de residentes neste setor no contexto nacional.

O Brasil possui vocação agrícola e dispõe de matérias-primas renováveis que podem ser empregadas na produção biotecnológica de produtos estratégicos para a indústria química, como é o caso do ácido succínico. É possível que fatores como pouco conhecimento sobre proteção intelectual, a falta de interesse e difusão dessas informações em determinados setores, burocracia na

obtenção de recursos financeiros, além da carência de alianças com o setor privado para a produção e viabilidade comercial de produtos possam ter contribuído para a construção deste cenário.

Sendo assim, esse trabalho representa um primeiro passo importante na área de prospecção de um bloco de construção importante para síntese química que é/será essencial à economia brasileira e da qual o Brasil ainda é dependente de desenvolvimentos estrangeiros.

PERSPECTIVAS

Torna-se necessário desenvolver estudos de prospecção tecnológica para identificação dos setores relevantes para o crescimento da indústria nacional. Para estudos futuros, devemos realizar o estudo prospectivo da produção biotecnológica do ácido succínico e dos seus derivados químicos, no contexto mundial, a fim de identificar rotas que minimizem a produção de resíduos, a origem destas tecnologias e os gargalos tecnológicos existentes nos processos.

REFERÊNCIAS

BAHRUTH, E. B.; ANTUNES, A. M. S.; BOMTEMPO, J. V. **Gestão em Biotecnologia: Prospecção Tecnológica na Priorização de Atividades de C&T: caso Q-Trop_Tp**. Rio de Janeiro: E-papers, p. 300-324, 2006.

CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Disponível em: <http://www.cgEE.org.br/prospeccao/index.php?operacao=Exibir&serv=textos/topicos/texto_exib&to_id=4&tex_id=1>. Acessado em: 00 fev. 2010.

CORDOBA, P. G. Modernos Conceitos do Tratamento de Caldo. **Jornal Cana**, Série II, Ano VIII, n. 91, p. 37, 2001.

DECHEMA, E. V. White biotechnology: opportunities for Germany. **Position Paper of Dechema e.V. Frankfurt**, 2004.

DELHOMME et al. Succin acid from renewable resources as a C4 building-block chemical a review of the catalytic possibilities in aqueous media. **Green Chem.** v. 11, p. 13-26, 2009.

DE MARTINO, R. N. **Prospecção Tecnológica e Identificação de especialistas Através da Mineração de Dados da Produção Científica**. 2009. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação). Rio de Janeiro: UFRJ, COPPE, 2009.

FUJINO, A.; STAL, E.; PLONSKI, G. A. A Proteção do Conhecimento na Universidade. **Revista de Administração**, v. 34, n. 4, p. 01-18, 1999.

GUETTLER et al. *Actinobacillus succinogenes* sp. Nov., a novel succinic acid producing strain from the bovine rumen. **Int. J. Syst. Bacteriol**, n. 49, p. 207-216, 1996.

HSU, C. W. Formation of industrial innovation mechanisms through the research institute. **Technovation**, v. 25, n. 11, p. 1317-1329, 2005.

INPI. Instituto nacional de propriedade intelectual. Disponível em: <<http://pesquisa.inpi.gov.br/ipc/index.php?symbol=C12P>>. Acessado em: 00 mai. 2011.

KERMANSHAHI et al. Biodegradation of petroleum hydrocarbons in an immobilized cell airlift bioreactor. **Water Research**, v. 39, p. 3704-3714, 2005.

KIDWELL, H. Bio-succinic acid to go commercial. 2008. Disponível em: <<http://www.in-pharmatechnologist.com/Ingredients/Bio-succinic-acid-to-go-commercial>>. Acessado em: 25 fev. 2008.

MARTINS, C. J. M. **Aplicação de ferramentas computacionais para prospecção tecnológica por mineração de dados não-estruturados sobre patentes industriais em idioma inglês**. 2008. 191 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia civil). COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, 2008.

MCKINLAY et al. Insights into *Actinobacillus succinogenes* fermentative metabolism in a chemically defined growth medium. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 71, n. 11, p. 6651, 2007

MDIC; CGEE; PROGESA; RIAP. Prospecção em Ciência, Tecnologia e Inovação. 2005. Disponível em: <www.cgge.org.br/arquivos/est_emp.pdf>. Acessado em: 05 jul. 2011.

RUDNER, M. S. et al. Intramolecular hydrogen bonding in disubstituted ethanes. A comparison of NH...O⁻ and OH...O⁻ hydrogen bonding through conformational analysis of 4-amino-4-oxobutanoate (succinamate) and monohydrogen, 1,4-butanoate (monohydrogen succinate) anions. **J. Phys. Chem. A.**, n. 109, p. 9076 -9082, 2005.

SILVA, L. E. B.; MAZZALI, L. Parceria Tecnológica Universidade - Empresa: um arcabouço conceitual para a análise da gestão dessa relação. **Parcerias Estratégicas**, v. 6, n. 11, 2001.

SONG, H.; LEE, S. Y. Production of succinic acid by bacterial fermentation. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 39, p. 352-361, 2006.

VAN DER WERF et al. Environmental and physiological factors affecting the succinate product ratio during carbohydrate fermentation by *Actinobacillus* sp. 130Z. **Arch Microbiol.**, n. 167, p. 332-342, 1997.

WERPY, T.; PETERSEN, G. EDS. Top value added chemicals from biomass, US department of Energy. 2004. Disponível em: <<http://www1.eere.energy.gov/biomass/pdfs/35523.pdf>>. Acessado em: 00 ago. 2010.

WILLKE, Th.; VORLOP, K-D. Industrial bioconversion of renewable resources as an alternative to conventional chemistry. **App. Microbiol. Biotechnol**, 66, p. 131 -142, 2004. Disponível em:

<congresso.ibict.br/index.php/enancib/xienancib/paper/download/499/187>. Acessado em: 00 nov. 2010.

WINTER, E. Notas de aula da disciplina “**O uso de indicadores científicos e tecnológicos**” ministrada de 08/06/2010 a 14/07/2010 no Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Inovação do INPI.

WIPO. WIPO patent report: statistics on worldwide patent activities. Geneve, World Intellectual Property Organization, 2006.

ZEIKUS, J. G.; JAIN, M. K.; ELANKOVAN, P. Biotechnology of succinic acid production and markets for derived industrial products. **Appl. Microbiol. Biotechnol.**, v. 51, p. 545–552, 1999.