

Estudo da proteção patentária relacionada à produção microbiana do ácido acrílico

Thuany do Amaral¹, Melissa Braga², João Ricardo Moreira de Almeida³

Resumo

Os tratados internacionais para a redução da emissão de carbono, a busca pela autossuficiência energética e a limitação de recursos não renováveis têm impulsionado a indústria no desenvolvimento de alternativas renováveis, sustentáveis e limpas. Nesse sentido, muitos esforços vêm sendo feitos no intuito de identificar rotas renováveis para obtenção de compostos produzidos até o momento exclusivamente por rota petroquímica. Dentre os compostos que se enquadram nessa categoria, está o ácido acrílico, que tem sido alvo de pesquisas e desenvolvimentos para a produção dele por rota de base biológica, em específico por rota de base microbiana. Neste trabalho, é apresentado um estudo patentário da evolução dessa rota por meio da avaliação dos principais (associações de) depositantes de patentes na área e quais são os principais microrganismos empregados nesses desenvolvimentos. Identificou-se que grandes empresas e associações delas são as principais depositantes de pedidos de patentes e que os microrganismos cujo sistema genético é bastante conhecido, tais como *E.coli* e *S. cerevisiae*, têm sido objeto mais frequente da proteção patentária.

Palavras-chave: ácido acrílico. microrganismos. fermentação. Classificação Internacional de Patentes. depositantes.

Introdução

Os ácidos orgânicos estão entre as classes de compostos mais promissoras no contexto de biorrefinaria em razão de seu grande potencial como intermediários na indústria química e farmacêutica, bem como de seu uso direto na indústria de alimentos (BAUMANN; WESTERMANN, 2016). Destacam-se, do ponto de vista econômico, os ácidos com dois a seis carbonos, como o ácido acrílico, que é idêntico ao composto petroquímico análogo e, portanto, dispensa a necessidade de qualquer adaptação nos processos preexistentes.

O mercado do ácido acrílico tem crescido diariamente em virtude do uso desse ácido em mercados emergentes e de alta demanda, como os de polímeros superabsorventes, adesivos, recobrimento de superfícies e tintas, entre outros. Com uma produção anual de cerca 5 milhões de toneladas, o mercado atual do ácido acrílico supera US\$ 11 bilhões e a demanda anual global em 2020 pode atingir 8 milhões de toneladas e US\$ 18 bilhões. Atualmente, é produzido por meio da oxidação

¹ Graduanda em Biologia, Universidade Católica de Brasília, thuany.amaral@colaborador.embrapa.br.

² Química, doutoranda pela Universidade de Brasília, analista da Embrapa Agroenergia, melissa.braga@embrapa.br

³ Biólogo, doutor em Microbiologia Aplicada, pesquisador da Embrapa Agroenergia, joão.almeida@embrapa.br

do propeno oriundo do petróleo, em um processo de duas etapas via acroleína com rendimento de 90% (CHEN; NIELSEN, 2016).

Apesar de a literatura recente indicar a possibilidade de produção do ácido acrílico por rota microbiana a partir da biomassa, as rotas de base biológica que vêm sendo adotadas por (associação de) empresas como OPX Bio-Dow-Evonik, Caargil-Novozymes, Myriant e Metabolix combinam processos microbianos até a obtenção de intermediários, tais como os ácidos 3-hidroxipropiônico e láctico, que são levados até o ácido acrílico pela integração com a rota química (EUROPEAN COMMISSION, 2015).

Independentemente da atuação direta ou indireta dos microrganismos no processo de conversão de biomassa a produtos de alto valor agregado, eles são agentes essenciais para viabilizar esse processo, visto que permitem a produção de um grande número de moléculas, com alto grau de especificidade, integrando princípios da sustentabilidade associada à economia energética (BAUMANN; WESTERMANN, 2016).

A maior parte dos desenvolvimentos que estão mais próximos de tornarem-se produtos e processos comerciais é realizada em laboratórios de empresas e raramente são tornados públicos por meio de artigos científicos. Dessa forma, a investigação das informações contidas em patentes é a forma mais direta de obtenção de informação sobre essas tecnologias.

Sendo assim, este trabalho apresenta um levantamento informações dos últimos 20 anos disponíveis na literatura patentária, relacionadas ao ácido acrílico e a processos fermentativos, compreendendo a evolução dos pedidos ao longo dos anos, os principais depositantes e os microrganismos que constam dos documentos de patente para esse fim.

Materiais e métodos

Para elaboração do presente estudo, efetuou-se um levantamento de patentes na base de dados Derwent Innovation Index, no período de janeiro de 1997 a maio de 2017, empregando a seguinte estratégia: Tópico: “acrylic acid” AND Classificação Internacional de Patentes (CIP): C12P*.

Por meio dessa estratégia, recuperaram-se todos os documentos contidos na base, naquele período, que contivesse a combinação das palavras *acrylic* e *acid* e todos os grupos e subgrupos da CIP 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).

As informações sobre os documentos de patentes disponibilizadas pela base foram salvas na extensão “txt” e avaliadas por meio do software “Vantage Point” (Search Technology).

Resultados e discussão

Foram recuperados 385 documentos de patentes, que estão distribuídos ao longo dos anos conforme mostrado na Figura 1. Nota-se que, nos últimos 20 anos, o número de patentes contendo o tema é crescente, o que indica que há um interesse das instituições em depositar matéria nesse assunto. Destacam-se os pedidos feitos via PCT (*Patent Cooperation Treaty*) e, nos últimos 5 anos, os documentos norte-

americanos e chineses. Cumpre esclarecer que pedidos depositados entre os anos de 2015 a 2017 podem estar no período de sigilo de 18 meses e que, portanto, os números de registros nesses anos, ao serem incorporados à base de dados, podem ser maiores do que os apresentados no gráfico.

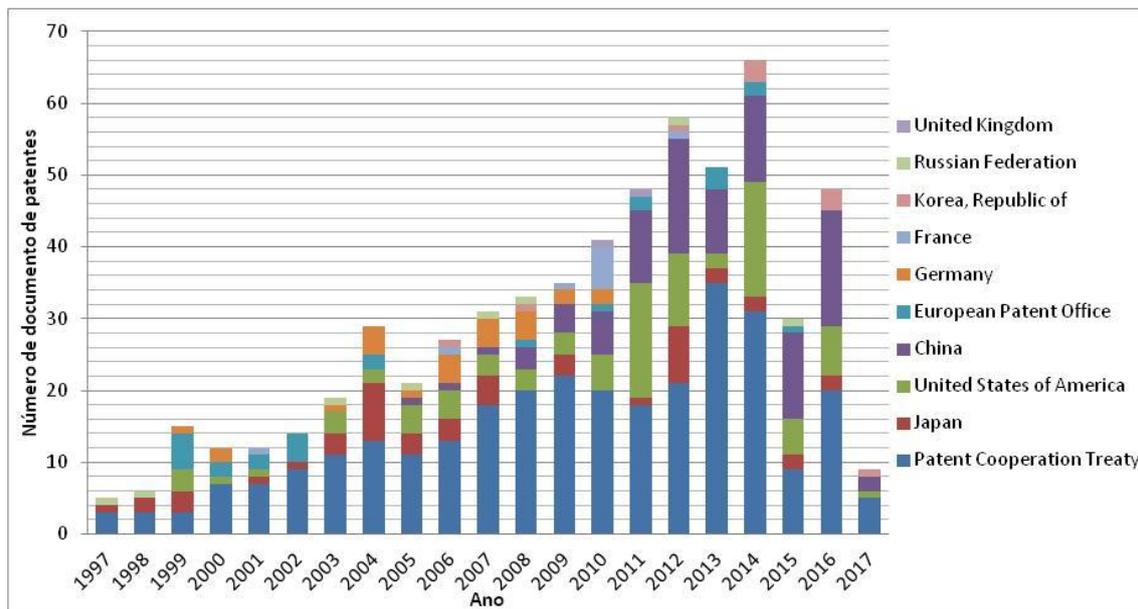


Figura 1. Evolução dos documentos de patentes ao longo dos anos, relacionados ao ácido acrílico e à CIP C12P.

A Basf, que é a maior produtora mundial de ácido acrílico, também lidera o *ranking* das principais depositantes, conforme mostra a Figura 2. Observa-se na Figura 3 que algumas dessas grandes empresas, embora detenham um portfólio próprio de patentes (pontos amarelos), estão se associando a outras empresas para o desenvolvimento em conjunto e o conseqüente compartilhamento de titularidade (pontos amarelos interligados por entre duas ou mais empresas).

O mapa da Figura 4 mostra o grau de similaridade das áreas tecnológicas nos documentos de patente entre os principais depositantes, por meio da comparação das CIP apresentadas nos documentos recuperados na busca. Nesse mapa, quanto maior o grau de similaridade das áreas tecnológicas entre as empresas, mais espessas são as linhas que ligam os pontos representando as empresas. Nota-se que as linhas cheias e espessas ocorrem entre as empresas Codexis e DSM, que já possuem um acordo para desenvolvimento conjunto (CODEXIS, 2017), e a Abbott e Abbvie, que até 2012 eram a mesma empresa, mas recentemente foram divididas em duas, ficando a Abbvie responsável pela área farmacêutica.

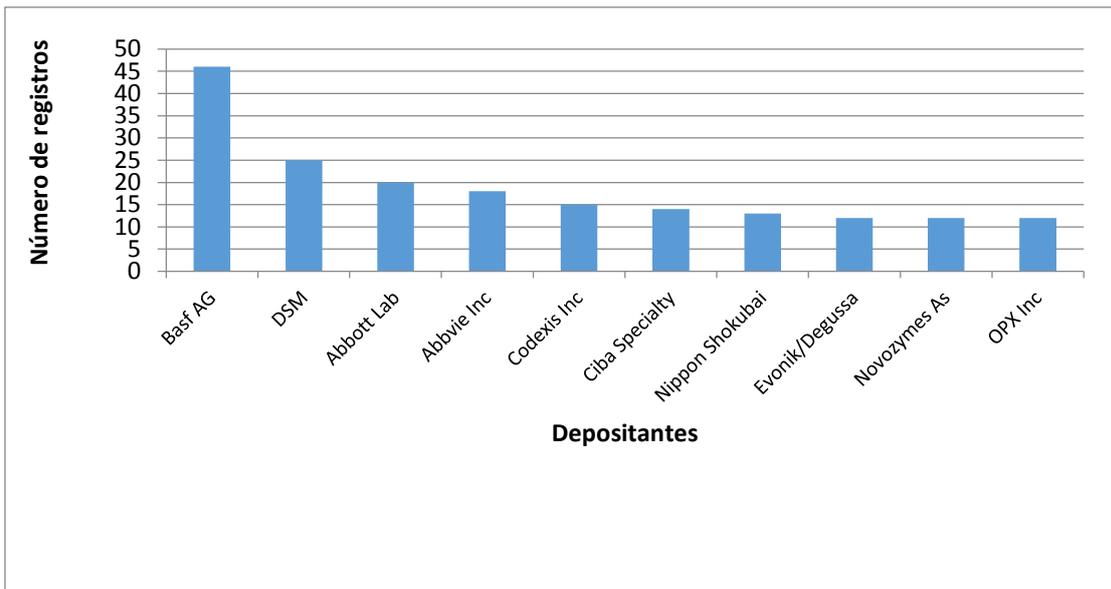


Figura 2. Principais depositantes de patentes relacionados ao ácido acrílico e processos fermentativos.

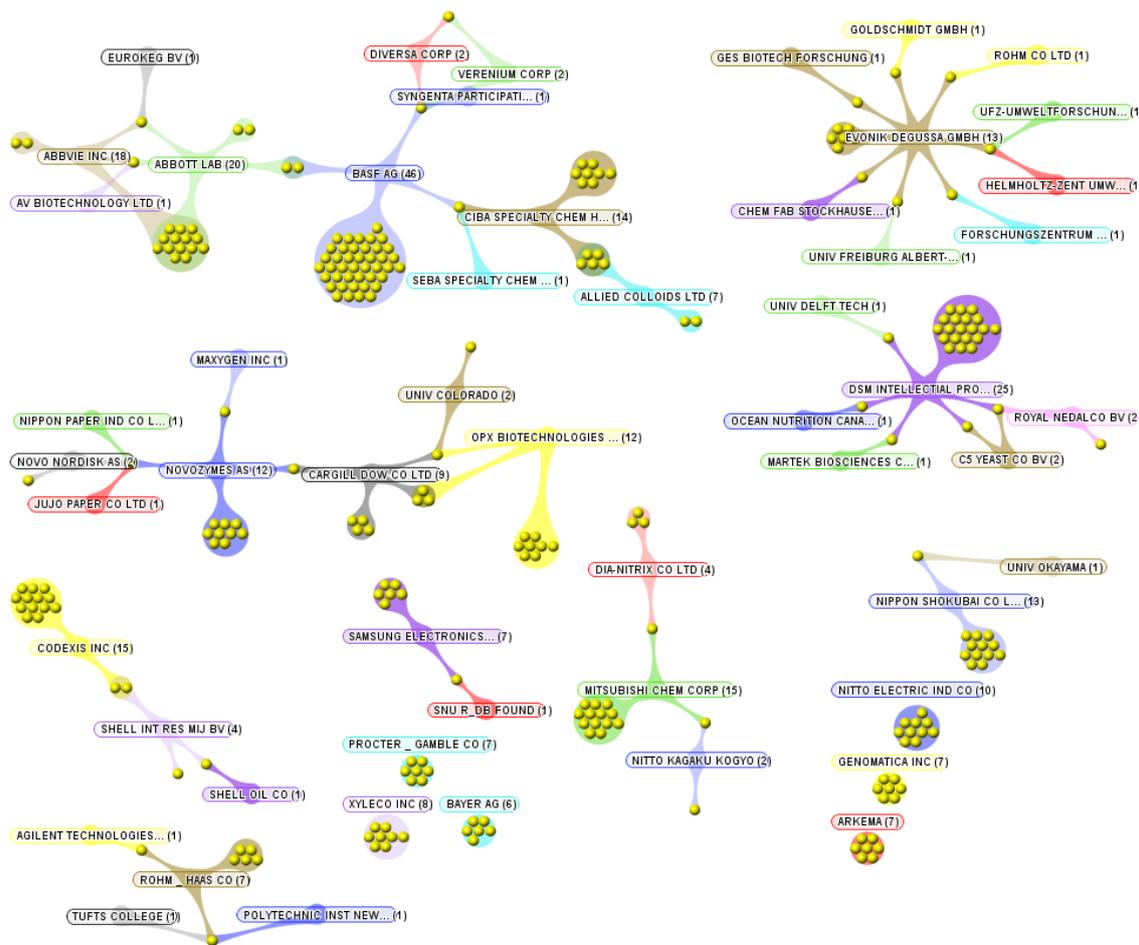


Figura 3. Mapa da associação das principais empresas depositantes de pedidos de patentes relacionados ao ácido acrílico e a processos fermentativos.

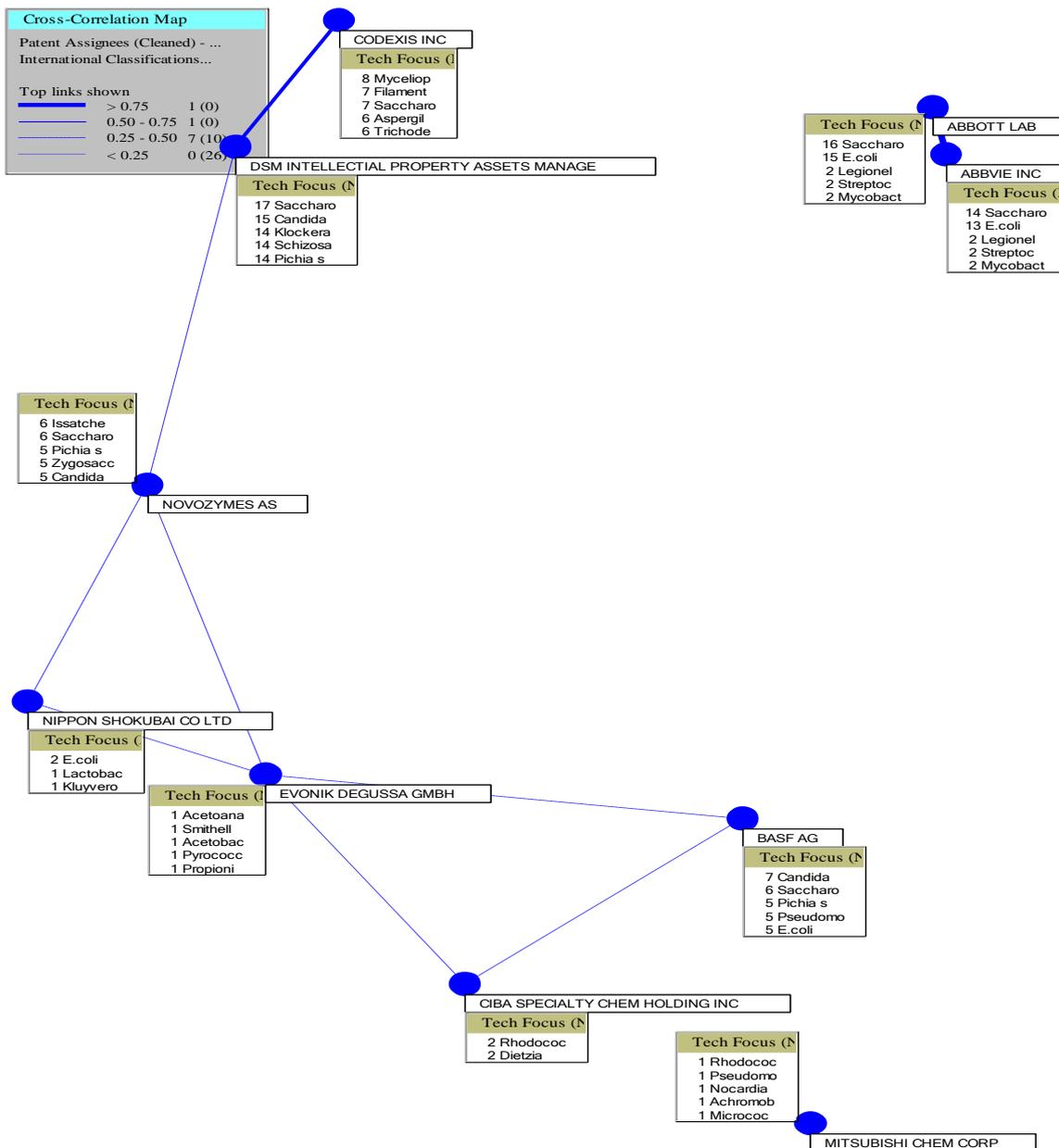


Figura 4. Mapa de correlação entre os temas abordados nos pedidos de patentes e os principais microrganismos apresentados nesses pedidos.

Os microrganismos objetos de pedidos de patentes relacionados ao ácido acrílico estão divididos em fungos ou bactérias geneticamente modificadas, destacando-se os gêneros *Saccharomyces* e *Escherichia*, por serem microrganismos com genética e fisiologia bem conhecidas.

Tabela 1. Número de registros de 20 gêneros de microrganismos mais recorrentes nos documentos de patentes recuperados.

Nº de Registros	Gêneros	Nº de Registros	Gêneros
75	<i>Saccharomyces</i> sp.	22	<i>Filamentous</i> sp.
66	<i>Escherichia</i> sp.	21	<i>Penicillium</i> sp.
62	<i>Candida</i> sp.	21	<i>Rhizopus</i> sp.
47	<i>Pseudomonas</i> sp.	20	<i>Clostridium</i> sp.
40	<i>Pichia</i> sp.	20	<i>Rhodococcus</i> sp.
36	<i>Aspergillus</i> sp.	20	<i>Trichoderma</i> sp.
34	<i>Kluyveromyces</i> sp.	18	<i>Corynebacterium</i> sp.
32	<i>Bacillus</i> sp.	17	<i>Klockera</i> sp.
28	<i>Schizosaccharomyces</i> sp.	17	<i>Lactobacillus</i> sp.
27	<i>Yarrowia</i> sp.	17	<i>Schwanniomyces</i> sp.

Conclusões

Há um crescente interesse em desenvolvimento de rotas de base biológica para a produção de ácido acrílico. Para tanto, grandes empresas, como a Basf, DSM, Codexis e Novozymes, estão investindo em (co)desenvolvimento de novos microrganismos ou enzimas para a criação de biofábricas capazes de produzir o ácido com coeficientes técnicos passíveis de competir com a rota petroquímica. Destaca-se a rede de parcerias que estão sendo feitas por grandes empresas, como Basf, Dow e Evonik.

Para tanto, uma série de fungos e bactérias vêm sendo estudados associados ao ácido acrílico, com destaque aos pertencentes aos gêneros *Saccharomyces* e *Escherichia*.

Referências

- BAUMANN, I.; WESTERMANN, P. Microbial production of short chain fatty acids from lignocellulosic biomass: current processes and market. **Biomed Research International**, artigo 8469357, 2016.
- CHEN, Y.; NIELSEN, J. Biobased organic acids production by metabolically engineered microorganisms. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 37, p. 165–172, 2016.
- CODEXIS. **News Release**: DSM and Codexis Sign Enzyme Supply Agreement. Disponível em: <<http://ir.codexis.com/phoenix.zhtml?c=208899&p=irol-newsArticle&cat=news&id=1515568>>. Acesso em: 21 jun. 2017.
- EUROPEAN COMMISSION. **From the Sugar Platform to biofuels and biochemical**: final report for the European Commission Directorate-General Energy. 2015. Disponível em: <<http://ibcarb.com/wp-content/uploads/EC-Sugar-Platform-final-report.pdf>>. Acesso em: 6 fev. 2017.