

## Análise da produção tecnológica em biotecnologia industrial no Brasil

### RESUMO

Por várias décadas a biotecnologia industrial vem apresentando soluções e alternativas tecnológicas para promover energia mais limpa. Este artigo analisa a produção tecnológica em biotecnologia industrial no Brasil por meio de indicadores bibliométricos de patentes. Os dados foram coletados no banco de informações do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) por meio das patentes concedidas entre 2007 a 2016. Foi obtido um total de 324 documentos de patentes em biotecnologia industrial. Os resultados revelaram que a grande maioria das tecnologias patenteadas (88%) pertence aos titulares não residentes no Brasil. As diversas regiões do Brasil apresentaram uma ampla gama de biotecnologias para produção de biocombustíveis, com destaque para a Petrobras e a Unicamp com os maiores números de patentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biocombustíveis. Indicadores bibliométricos. Patentes.

**Márcio Nannini da Silva Florêncio**  
[marcio\\_nannini@hotmail.com](mailto:marcio_nannini@hotmail.com)  
Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, Brasil.

**Ana Karla de Souza Abud**  
[ana.abud@gmail.com](mailto:ana.abud@gmail.com)  
Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, Brasil.

**Antonio Martins de Oliveira Junior**  
[amartins.junior@gmail.com](mailto:amartins.junior@gmail.com)  
Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, Brasil.

## INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa uma posição almejada por vários países em relação ao uso de fontes renováveis em sua matriz energética. No setor de transporte, por exemplo, a produção e o consumo de biocombustíveis têm se mostrado promissores, produzindo, em 2014 cerca de 7 bilhões de barris de etanol e 0,7 bilhão de barris de biodiesel (KESSLER; SPERLING, 2016; EPE, 2018). A importância da produção comercial de biocombustíveis é reflexo de diversas políticas governamentais associadas a fatores edafoclimáticos e a uma agenda em prol do desenvolvimento sustentável.

Desde a década de 1970 o país começou a implementar políticas para o desenvolvimento de biocombustíveis, a exemplo do Programa Nacional do Álcool (PROALCOOL) que visava, entre outros objetivos, diminuir a dependência do petróleo estrangeiro. Ademais, foi criado em 2004 o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) e, mais recentemente, o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico (PAISS), lançado em 2011, que destinou uma grande quantidade de recursos públicos para o setor. Estas políticas foram importantes para estimular a produção e o consumo de biocombustíveis no país.

Em 2007, a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (PDB) instituiu a biotecnologia industrial como setor estratégico para o desenvolvimento de novas tecnologias, com foco na produção de etanol e de biodiesel. Isto destaca o papel da biotecnologia industrial como um forte aliado para a indústria de biocombustíveis, fornecendo novas soluções e promovendo o desenvolvimento e a comercialização de produtos e processos inovadores.

O presente artigo teve como objetivo geral analisar a produção tecnológica em biotecnologia industrial no Brasil por meio indicadores bibliométricos de patentes. Este artigo examina a evolução do patenteamento, países, regiões, instituições e inventores proeminentes, os principais domínios tecnológicos e subtemas relacionados ao assunto.

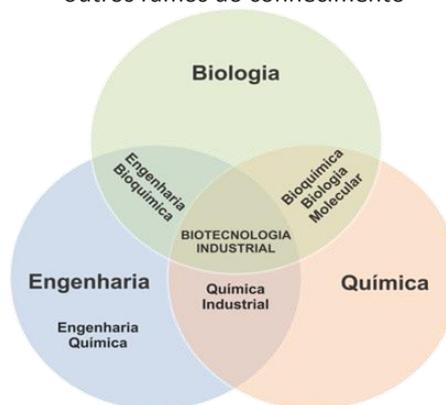
## BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL

A biotecnologia industrial, também conhecida como biotecnologia branca, vem apresentando um crescimento exponencial e recebido atenção especial na última década devido a sua associação com a sustentabilidade, a segurança energética e o aquecimento global (ZHAO; TAN, 2015). Desta forma, ao contrário das áreas setoriais (saúde e agrícola), a biotecnologia industrial concentra-se no desenvolvimento e na aplicação da biotecnologia moderna para a produção sustentável de produtos químicos, materiais e combustíveis provenientes de fontes renováveis, utilizando células vivas e/ou suas enzimas (TANG; ZHAO, 2009).

De acordo com a Associação Brasileira de Biotecnologia Industrial (ABBI), a biotecnologia branca utiliza enzimas e microrganismos para aprimorar os processos industriais e gerar materiais e produtos de alto valor agregado, em setores como química, papel, celulose, mineração, têxteis, alimentos e energia (ABBI, 2017).

Vários outros ramos do conhecimento têm contribuído com o desenvolvimento da biotecnologia industrial. Para Lima et al. (2001), a biotecnologia industrial é composta por áreas fundamentais (como, por exemplo, bioquímica, química industrial, biologia molecular) ao lado de outros campos que poderiam ser agrupados sob a denominação de engenharia (principalmente engenharia química), conforme demonstrado na Figura 1.

Figura 1 - Representação esquemática da interação da biotecnologia industrial com outros ramos do conhecimento



Fonte: Lima et al. (2001).

Nessa linha, a área de biotecnologia industrial foi elencada na Política de Desenvolvimento da Biotecnologia sob a diretriz de estimular a produção nacional de biotecnologias estratégicas para o fortalecimento da bioindústria brasileira de forma a tornar o setor mais competitivo, com potencial para expandir as exportações e estimular a demanda por produtos e processos inovadores (BRASIL, 2007). Uma síntese dos principais alvos estratégicos e as áreas prioritizadas no eixo da biotecnologia industrial é apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 - Áreas prioritizadas e tecnologias alvo da biotecnologia industrial

| Área                            | Objetivos específicos  | Tecnologias alvo  |
|---------------------------------|--|---|
| Enzimas industriais e especiais | Estimular o uso de enzimas em segmentos industriais tais como alimentício, detergentes, farmacêutico, têxtil, celulose & papel e, também, para tratamento de efluentes e resíduos; desenvolver tecnologia enzimática para a produção de produtos úteis e de maior valor agregado; produzir biocombustíveis para a manutenção da liderança do Brasil na área; produzir álcool a partir da biomassa e biodiesel a partir de óleos vegetais; etc.   | Biomassa para produção de etanol e biodiesel; hidrólise enzimáticas para produção etanol a partir da celulose; etanol a partir de celulose e lignocelulose; processos fermentativos a partir de açúcar e álcool (ácido acético, butanol, etc.); produção de biohidrogênio |
| Biopolímeros                    | Promover o desenvolvimento de P,D&I para geração de produtos e processos na área de biopolímeros – plásticos biodegradáveis – provenientes de recursos renováveis (cana-de-açúcar, milho, batata, trigo, beterraba e óleos vegetais) visando o mercado nacional e internacional; apoiar P,D&I, formação de recursos humanos e capacitação tecnológica, desde a fase de bancada até escala piloto, nas áreas de microbiologia, engenharia genética, engenharia bioquímica, com ênfase na engenharia de biorreatores e nas operações unitárias de separação e purificação, e engenharia de materiais; etc. | Produção de biopolímeros (plásticos biodegradáveis)   |

Fonte: Adaptado de BRASIL (2007).

## METODOLOGIA

Os bancos de patentes são largamente empregados na literatura para estudar a inovação e o desenvolvimento tecnológico. Como fonte de dados da pesquisa, utilizou-se o banco de patentes do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). A escolha desta fonte se deu em função da recuperação de todas as patentes concedidas no Brasil. A coleta dos dados ocorreu no período de março a junho de 2017.

Para recuperar as patentes em biotecnologia industrial foram empregados os 30 códigos da Classificação Internacional de Patentes (CIP) em biotecnologia recomendados pela OECD (2005). A busca foi realizada usando a opção “pesquisa avançada” com filtro para patentes concedidas. A atividade de patenteamento em biotecnologia industrial foi investigada no período de 2007 a 2016. A escolha do período inicial leva em consideração a implantação da Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (PDB) no Brasil.

A extração dos dados ocorreu manualmente realizando a leitura dos documentos para selecionar apenas as patentes em biotecnologia industrial. Em seguida, fez-se a recuperação dos itens estruturados contidos na capa do documento para a análise das informações.

Os dados coletados foram registrados, padronizados e interpretados com o auxílio do programa Microsoft Excel (v. 2010). Também foram empregados os seguintes programas:

- UCINET versão 6.599 (BORGATTI; EVERETT; FREEMAN, 2002) e NetDraw versão 2.157 (BORGATTI, 2002) para construção da rede de interação entre os códigos CIP;
- Mapchart (<https://mapchart.net/>) para elaboração de mapas e;
- WordArt (<https://wordart.com/>) para produção da nuvem de palavras.

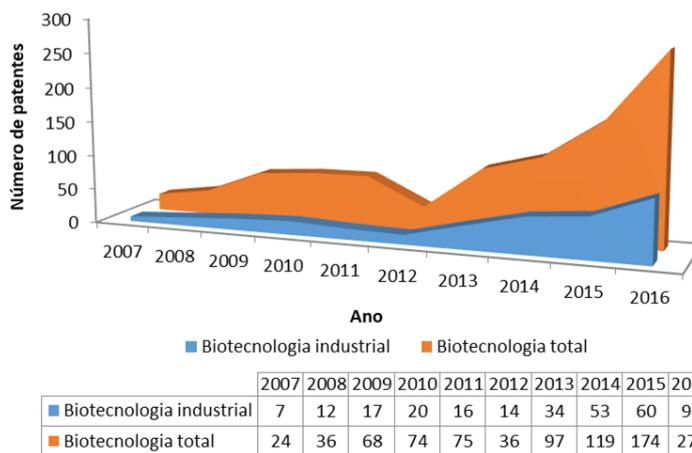
## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os critérios preestabelecidos para a coleta dos dados permitiram a recuperação de 324 documentos de patente na área de biotecnologia industrial que foram concedidos no Brasil durante o período de 2007 a 2016.

A produção tecnológica da biotecnologia industrial no Brasil aumentou mais de cinco vezes durante o período analisado (Figura 2). A proporção de patentes em biotecnologia industrial em relação à produção total da biotecnologia aumentou de 29% para 33%. Contudo, no início de 2007 até o ano 2012, o número de patentes mostrou-se incipiente com uma média de aproximadamente 14 concessões por ano.

Acredita-se que o baixo número de patentes nos anos iniciais está associado a questões internas do INPI, como, por exemplo, pequeno número de examinadores, demora na análise dos processos, entre outros. Essas observações levam em conta o estudo realizado por Dias et al. (2012) que identificou um elevado número de pedidos de patentes em biotecnologia no Brasil, o que demonstra o crescente interesse pela área.

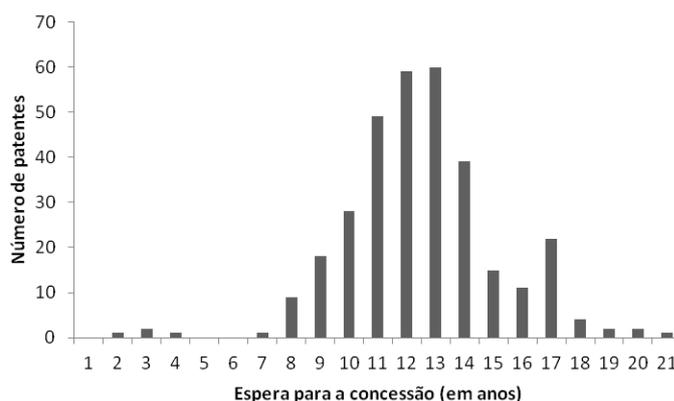
Figura 2 - Relação da evolução anual da produção tecnológica da biotecnologia e do segmento bioindustrial no Brasil (2007-2016)



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

A análise do período para concessão das patentes relevou resultados significativos. O tempo médio para concessão de patente em biotecnologia industrial foi de 12 anos, sendo a maioria das patentes (93%) concedida no intervalo de 9 a 17 anos e uma minoria (4%) no período de 1 a 4 anos e acima de 18 anos (Figura 3).

Figura 3 - Distribuição do tempo de espera para a concessão de patentes em biotecnologia industrial no Brasil (2007-2016)



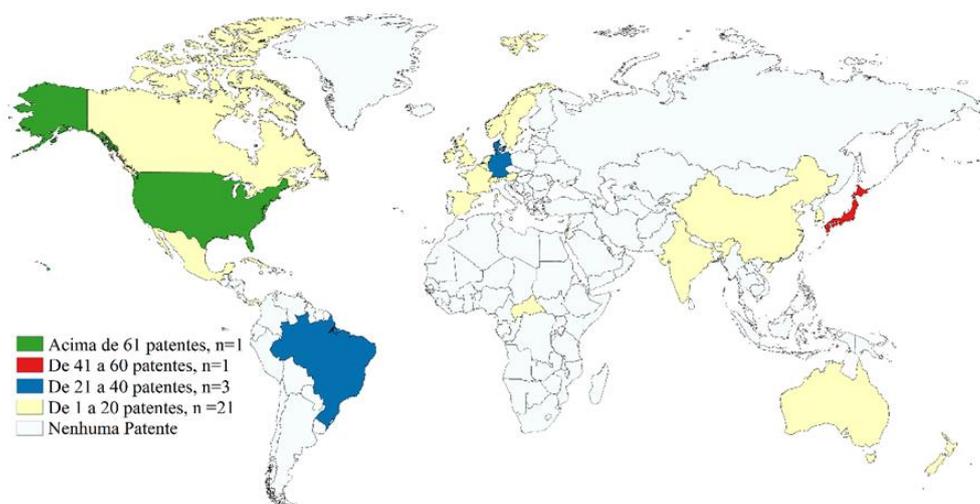
Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Destaca-se que as patentes com rápido período de processamento fazem parte do programa de exame prioritário para a concessão de patentes verdes. Essas patentes obtiveram um tempo médio de processamento de quase 2,5 anos e destinam-se à produção de biocombustíveis ou processos para o tratamento de resíduos industriais.

No que diz respeito ao status das patentes em biotecnologia industrial, a grande maioria (94%) encontra-se vigente e o restante foi extinto pelo não pagamento da retribuição anual ou pela expiração do prazo de vigência (Art. 78 da LPI).

A Figura 4 permite identificar os países com o maior número de patentes concedidas em biotecnologia industrial no Brasil no período de 2007 a 2016.

Figura 4 - Mapa dos países de origem com patentes concedidas em biotecnologia industrial no Brasil (2007-2016)



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

As patentes em biotecnologia industrial no Brasil distribuem-se em 26 países de origem, localizados nos continentes da Europa (41,0%), América (35,6%), Ásia (21,3%), Oceania (1,8%) e África (0,3%). Frisa-se que 88% destas tecnologias patenteadas são de titularidade de não residentes, o que mostra o forte interesse internacional no mercado brasileiro.

Os Estados Unidos lideram o ranking de patente concedidas com 22%, seguido por Japão (17%), Brasil (12%), Dinamarca (10%) e Alemanha (8%). Este pequeno grupo de países em conjunto detém cerca de 70% das patentes em biotecnologia industrial no Brasil.

As posições privilegiadas destas nações podem estar relacionadas a uma série de políticas mundiais de investimentos em programa para o desenvolvimento de biocombustíveis. Desde a década de 70 é possível observar políticas governamentais de isenção para proteger e incentivar a indústria doméstica de biocombustíveis nos Estados Unidos (KESSLER; SPERLING, 2016). O Japão, por sua vez, possui várias estratégias e planos nacionais para potencializar o mercado desses insumos energéticos (MATSUMOTO; SANO; ELDER, 2009). No Brasil, o governo adotou um importante programa para a produção e uso de etanol destinado a apoiar a indústria da cana-de-açúcar e reduzir as importações de petróleo.

A Figura 5 exibe a distribuição das patentes concedidas em biotecnologia industrial no território brasileiro. Observa-se presença de patentes nas regiões Sudeste (88%), Nordeste (14%), Sul (8%) e Centro-Oeste (3%).

Figura 5 - Mapa das unidades federativas com patentes concedidas em biotecnologia industrial no Brasil (2007-2016)



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Na região Sudeste, o patenteamento em biotecnologia industrial envolve os segmentos de biocombustíveis (27%), biopolímeros (15%), entre outros temas com menores percentuais. O Estado de São Paulo concentra um grande volume das patentes concedidas por residentes (67%), sendo que a maior parte destas (62%) depositada por universidades. No Rio de Janeiro, metade das patentes do Estado é de titularidade da empresa Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras).

A região Nordeste possui atuação na produção de biocombustíveis (80%) e em biopolímeros (20%). As patentes da região distribuem-se entre a titularidade de pessoa física (60%) e empresa privada (40%). É oportuno destacar que os depósitos realizados por pessoa física correspondem ao Estado de Alagoas, sendo a totalidade destes pertencem a um professor aposentado do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

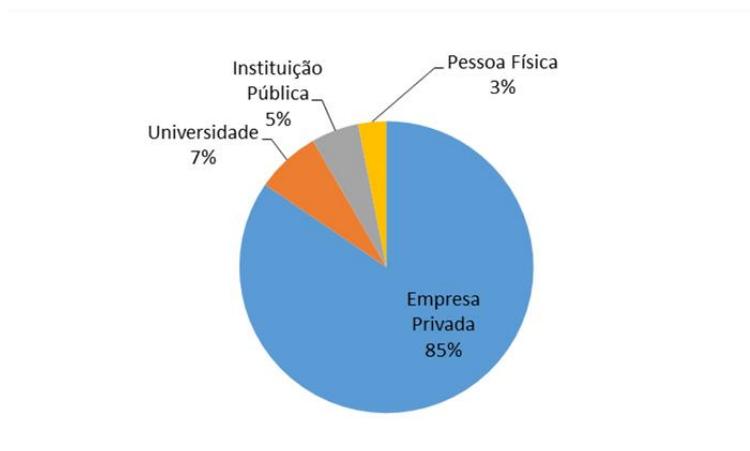
As regiões Sul e Centro-Oeste apresentam a mesma linha de atuação com patentes voltadas para a produção de biocombustíveis. Verificou-se que algumas instituições localizadas em todos os estados destas regiões mantêm parcerias com empresas ou universidades de São Paulo. Esses depósitos em conjunto justificam a soma dos percentuais de participação de cada Estado brasileiro ser superior a 100%.

De maneira geral, é possível observar uma participação equilibrada entre os setores público e privado no patenteamento em biotecnologia industrial no Brasil com percentuais 56% e 44%, respectivamente. Outro ponto que chamou a atenção é alto volume de tecnologias relacionadas a produção de

biocombustíveis e biopolímeros, ambos temas de interesse da Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (PDB). Isto mostra que os diversos setores tendem a responder bem às políticas específicas de inovação.

Ao analisar o número de patentes por instituição, constata-se que o maior percentual dos documentos (85%) tem como titular empresas privadas, enquanto as universidades possuem uma representatividade de apenas 7% (Figura 6). O restante (8%) corresponde a instituições públicas e pessoa física.

Figura 6 - Perfil dos titulares de patentes em biotecnologia industrial no Brasil (2007-2016)



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Ressalta-se ainda que a maioria das empresas privadas (96%) é estrangeira, com destaque para empresas americanas, com 23% dessa amostra. Quanto às universidades, boa parte destas (74%) é residente no Brasil.

Com relação aos principais titulares (Tabela 1), é possível perceber que uma maior parte destes situa-se em países desenvolvidos e corresponde a grandes empresas multinacionais. Os dez principais titulares detêm quase a metade das patentes concedidas em biotecnologia industrial no Brasil.

Tabela 1 - Top 10 dos titulares de patentes em biotecnologia industrial no Brasil (2007-2016)

| Nome do titular                             | País           | Nº de patentes | % total de patentes |
|---|----------------|----------------|---------------------|
| Ajinomoto                                   | Japão          | 49             | 15,7                |
| Novozymes S/A                               | Dinamarca      | 31             | 9,6                 |
| Evonik Degussa GmbH                         | Alemanha       | 10             | 3,1                 |
| DSM IP Assets B.V.                          | Holanda        | 9              | 2,8                 |
| E.I. du Pont de Nemours and Company         | Estados Unidos | 8              | 2,5                 |
| Nestlé S.A.                                 | Suíça          | 7              | 2,2                 |
| Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) | Brasil         | 6              | 1,9                 |
| Basf  | Alemanha       | 6              | 1,9                 |
| CJ Cheiljedang Corporation                  | Coreia         | 6              | 1,9                 |
| Genencor International                      | Estados Unidos | 6              | 1,9                 |
| <b>Total</b>                                |                | <b>138</b>     | <b>42,6</b>         |

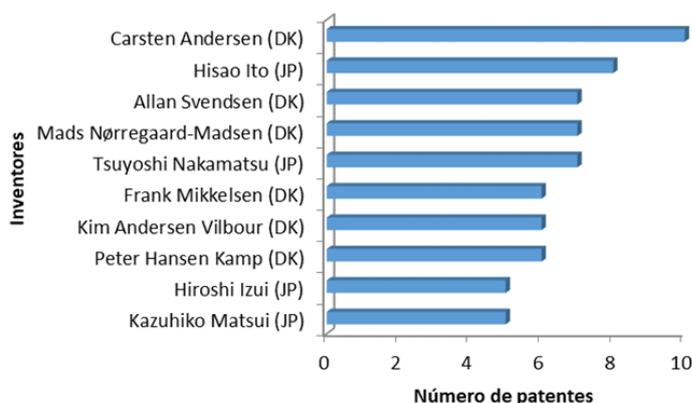
Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

A empresa japonesa Ajinomoto, com 15,7% da produção total, possui a totalidade de suas patentes voltada ao setor alimentício com foco na produção de aditivos alimentares. A Novozymes, segunda no ranking com 31 patentes, destaca-se pela produção de enzimas com uso para produtos de limpeza (74%) e alimentício (26%). Já a gigante alemã Evonik, terceira da lista, apresentou patentes relacionadas a produtos químicos finos e aditivos alimentares.

A área de biotecnologia industrial no Brasil tem 170 titulares, sendo que a maior parte destes (72%) possui somente uma patente e a uma minoria (28%) apresentam duas ou mais. Essa disposição é muito similar aos achados observados na biotecnologia geral e no setor de saúde (FLORENCIO, 2018).

São apresentados, na Figura 7, os dez principais inventores com patentes em biotecnologia industrial.

Figura 7 - Top 10 dos inventores com patentes em biotecnologia industrial no Brasil (2007-2016)



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Frisa-se que todos são vinculados as empresas Novozymes (60%) ou Ajinomoto (40%) e detêm cerca 21% da produção total na área. Verificou-se nesta pesquisa um total de 1.060 inventores, com uma média de 4,1 inventores por patente.

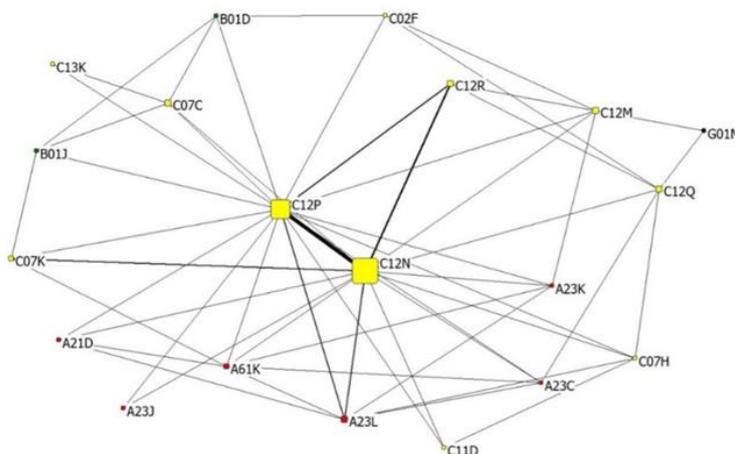
O número máximo de coinvenção é 23 inventores por documento e o mínimo de um único inventor. A patente com o maior número de inventores (23 inventores) foi depositada em 2007 pela empresa americana Tate & Lyle Ingredients e visa a produção de ingredientes com teor reduzidos de carboidratos e que possam ser usados em alimentos.

Em relação à Classificação Internacional de Patentes (CIP), foram analisadas as frequências e interações das principais subclasses de cada documento de patente. Identificou-se uma média 3,4 códigos CIP por patente.

A Figura 8 apresenta o mapa de interação entre os principais códigos CIP presentes nos documentos de patentes em biotecnologia industrial no Brasil. A definição de algumas subclasses está expressa no Quadro 2. Na rede, os nós de cor amarela representam a área química e metalurgia (seção C), os nós de cor vermelha a área de necessidades humanas (seção A), os nós na cor verde a área de operações de processamento e transporte (seção B) e o nó preto corresponde

a área de física (seção G). O tamanho dos nós está associado à frequência dos códigos CIP por patente e a espessura da linha a força de interação.

Figura 8 - Mapa de interação dos códigos CIP em biotecnologia industrial no Brasil (2007-2016)



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

A grande maioria das patentes (99%) foi classificada na seção de química e metalurgia, enquanto que uma minoria dos documentos (2%) foi enquadrada na seção de física. Ao todo foram detectados 1.100 códigos CIP, sendo que a maioria destes (31%) fazem parte da subclasse C12N, seguido por C12P com 22% e C12R com 4%. Isto indica que boa parte das biotecnologias patenteadas na área industrial envolve o uso de microrganismos ou enzimas.

Além disso, foi possível constatar uma forte interação entre as subclasses C12N e C12P com 76 ligações e C12N e C12R com 28 ligações, o que sugere que grande parte das biotecnologias que envolvem o uso microrganismos ou enzimas está associada a processos fermentativos ou enzimáticos.

Quadro 2 - Especificação dos principais códigos CIP da biotecnologia industrial

| Código | Especificação   |
|--------|---|
| C12N   | Microrganismos ou enzimas, suas composições, propagação, conservação, ou manutenção de microrganismos, engenharia genética ou de mutações ou meios de cultura                   |
| 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 |
| C12R   | Associação entre produção de cerveja e processos de medição ou ensaio envolvendo enzimas ou microrganismos  |
| A23L   | Alimentos, produtos alimentícios ou bebidas não alcoólicas  |
| C12M   | Aparelhos para enzimologia ou microbiologia   |
| C12Q   | Processos de medição ou ensaio envolvendo enzimas ou microrganismos   |
| C07C   | Compostos acíclicos ou carbocíclicos  |
| A61K   | Preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas   |
| C07K   | Peptídeos   |

Fonte: Adaptado do INPI (2017).

Analisando os conteúdos abordados nas patentes, por meio da frequência das palavras encontrados nos títulos, é possível verificar um grande número de



## Analysis of technological production in industrial biotechnology in Brazil

### ABSTRACT

For several decades, industrial biotechnology has been presenting solutions and technological alternatives to promote cleaner energy. This article analyzes the technological production in industrial biotechnology in Brazil through patent bibliometric indicators. Data were collected from the National Institute of Industrial Property (INPI) database through patents granted between 2007 and 2016. 324 patent documents were obtained in industrial biotechnology. The results revealed that the vast majority of patented technologies (88%) belong to non-resident holders in Brazil. The various regions of Brazil presented a wide range of biotechnologies for the production of biofuels, highlighting PETROBRAS and UNICAMP with the highest patent numbers.

**KEYWORDS:** Biofuels. Bibliometric indicators. Patents.

---

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL (ABBI). **Biotecnologia Industrial**. 2017. Disponível em: <<http://www.abbi.org.br/pt/biotecnologia-industrial/>>. Acesso em: 15/08/2017.

BORGATTI, S. P.; EVERETT, M. G.; FREEMAN, L. C. **Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis**. Analytic Technologies: Harvard, (MA), 2002.

Borgatti, S. P. **Netdraw network visualization**. Analytic Technologies: Havard, (MA), 2002.

BRASIL. Decreto nº 6.041, de 08 de fevereiro de 2007. Institui a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia, cria o Comitê Nacional de Biotecnologia e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 8 de fevereiro de 2007.

DIAS, F.; DELFIM, F.; DRUMMOND, I.; CARMO, A. O.; BARROCA, T. M.; HORTA, C. C. KALAPOTHAKIS, E. Evaluation of Brazilian biotechnology patent activity from 1975 to 2010. **Recent Patents on DNA & Dene Sequences**, v. 6, n. 2, p. 145-159, 2012.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanco Energético Nacional 2018: Ano base 2017**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <[goo.gl/nhQPzT](http://goo.gl/nhQPzT)>. Acesso em: 23/02/2019.

FLORENCIO, M.N.S. **A dinâmica da Produção, Proteção e Colaboração Tecnológica da Biotecnologia no Brasil sob o Enfoque das Áreas Setoriais**. 2018. 129f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Propriedade Intelectual). Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual, da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). **Classificação Internacional de Patentes - IPC. 2017**. Disponível em: <<http://ipc.inpi.gov.br>>. Acesso em: 20/12/2017.

KESSLER, J.; SPERLING, D. Tracking U.S. biofuel innovation through patents. **Energy Policy**, v. 98, p. 97-107, 2016.

LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. **Biotecnologia Industrial**. 3ª ed. São Paulo: Blucher, 2001.

MATSUMOTO, N.; SANO, D.; ELDER, M. Biofuel initiatives in Japan: Strategies, policies, and future potential. **Applied Energy**, v. 85, n. 1, p. S69-S76, 2009.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **A Framework for Biotechnology Statistics**. 2005. Disponível em: <<http://www.oecd.org/sti/sci-tech/34935605.pdf>>. Acesso em: 25/03/ 2017.

TANG, W. L.; ZHAO, H. Industrial biotechnology: tools and applications. **Biotechnology Journal**, v. 4, n. 12, p. 1725-1739, 2009.

ZHAO, H.; TAN, T. Industrial biotechnology: Tools and applications. **Biotechnology Advances**, v. 33, n. 7, p. 1393-1394, 2015.

**Recebido:** 27 fev. 2019.

**Aprovado:** 26 jun. 2019.

**DOI:** 10.3895/rts.v15n37.9697

**Como citar:** FLORÊNCIO, M. N. S.; ABUD, A. K. S.; OLIVEIRA JUNIOR, A. M. Análise da produção tecnológica em biotecnologia industrial no Brasil. **R. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 15, n. 37, p. 403-416, jul./set. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/9697>>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

Márcio Nannini da Silva Florêncio

Av. Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze, São Cristóvão - SE, 49100-000

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

