

## PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL VIA BIOPROCESSOS

Débora da Silva Vilar<sup>1</sup>; Milson dos Santos Barbosa<sup>1</sup>; Isabelle Maria Duarte Gonzaga<sup>1</sup>; Lays Ismerim Oliveira<sup>2</sup>; Luiz Fernando Romanholo Ferreira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Tiradentes, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, Aracaju-Sergipe, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal de Sergipe, Engenharia Ambiental e Sanitária, Aracaju-Sergipe, Brasil

debora.vilar@hotmail.com; barbosamilson@hotmail.com; bellemdg@gmail.com; lays\_ismerim@hotmail.com;  
romanholobio@gmail.com

**Resumo:** Devido ao enorme consumo de combustíveis derivados do petróleo, o biodiesel surgiu como uma alternativa promissora para minimizar os impactos ambientais. Existem diversas maneiras de quantificar a pesquisa em determinada linha de atuação, uma ferramenta inovadora é a prospecção tecnológica. Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo principal a realização da prospecção tecnológica do biodiesel e seus subprodutos a fim de obter a evolução anual da pesquisa, assim como os processos tecnológicos e as qualificações das revistas indexadas com mais artigos científicos.

**Palavras-chave:** Prospecção tecnológica, biodiesel, bioprocessos.

### Introdução

Entre as diversas ferramentas utilizadas para mensurar resultados de pesquisa e desenvolvimento em determinado setor industrial, a prospecção tecnológica tem se destacado cada vez mais como um excelente indicador de inovação. Visto que permite o mapeamento de processos científicos e tecnológicos que podem influenciar de forma significativa uma indústria, economia ou a sociedade como um todo (QUINTELLA *et al.*, 2009; FAGUNDES *et al.*, 2014). A avaliação da situação atual de patentes tem se mostrado uma atraente estratégia de ampliação de mercado e melhoria da competitividade, já que, após o período de privilégio, o invento cai em domínio público, o que pode derivar em novas apropriações do conhecimento tecnológico, com investimentos menores dos que os praticados na patente original, além de proporcionar subsídios a futuros projetos científicos (CANONGIA *et al.*, 2002). Dessa forma, a prospecção tecnológica ou pesquisa de anterioridade, propicia incentivos a pesquisa científica e tecnológica, à disseminação do conhecimento prático e

econômico, à criação de novos mercados e ao desenvolvimento das necessidades da sociedade (FERREIRA *et al.*, 2009).

Dentro das exigências da sociedade atual, as questões ambientais, o esgotamento a médio prazo do petróleo e a crescente demanda por energia, impulsionam cada vez mais o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis baseadas em matérias-primas renováveis. Neste cenário, o biodiesel surgiu como uma alternativa aos combustíveis derivados do petróleo, para ajudar a atender às demandas de fornecimentos energéticos e contribuir para a redução das emissões de gases poluentes (FUKUDA *et al.*, 2001). A maior parte dos artigos e patentes está focada nas etapas de reação, separação e purificação, especialmente as associadas à tradicional obtenção de biodiesel através de transesterificação (GOG *et al.*, 2012).

O processo de transesterificação consiste em uma sequência de três reações reversíveis e consecutivas, em que os monoacilglicerídeos e os diacilglicerídeos são os intermediários. Em suma, a transesterificação ocorre entre óleos vegetais e álcoois na presença de catalisadores ácidos ou básicos (DU *et al.*, 2007). Na catálise ácida existe a necessidade de uma elevada quantidade de álcool para a obtenção do biodiesel em rendimentos satisfatórios. Já na catálise básica, por sua vez, não é necessário tanto excesso de álcool, mas geralmente são observadas reações de saponificação, o que promove dificuldade de purificação dos ésteres formados. Em ambos os casos, as reações são conduzidas a altas temperaturas, além da ocorrência de corrosão dos sistemas reacionais provocados pelo meio altamente básico ou ácido, sendo necessário uma grande quantidade de água para a purificação dos ésteres (FUKUDA *et al.*, 2001).

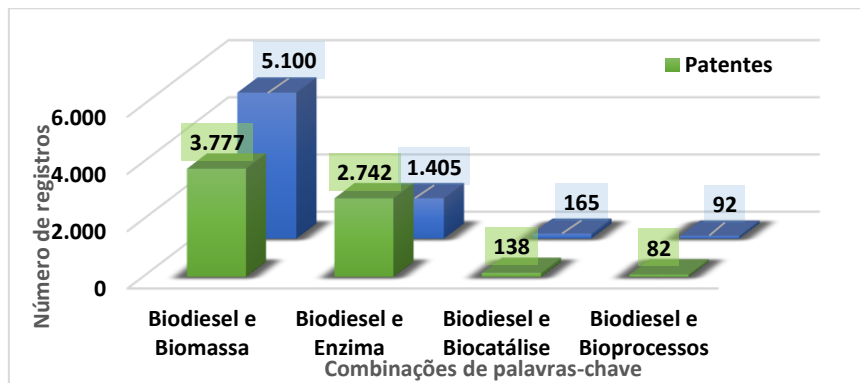
A fim de minimizar estas desvantagens e problemas ao meio ambiente, esforços científicos e tecnológicos tem buscado o desenvolvimento de bioprocessos para desenvolver ou modificar processos e produtos para obtenção de biodiesel tendo como princípio fundamental o uso de sistemas biológicos (enzimas, micro-organismos ou células animais e vegetais). A transesterificação biotecnológica tornou-se uma atrativa alternativa, uma vez que gera um menor gasto energético e o principal subproduto (glicerol) produzido pode ser facilmente recuperado e a purificação dos ésteres é relativamente simples (FUKUDA *et al.*, 2001).

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo estudar a prospecção tecnológica do biodiesel e sua cadeia produtiva, através de consultas de banco de dados de artigos e patentes, que envolve a evolução anual de artigos e patentes, países detentores do conhecimento científico e do

desenvolvimento tecnológico, processos tecnológicos e seus co-produtos e qualificações das revistas indexadas com mais artigos científicos

## Metodologia

As pesquisas por artigos científicos e patentes foram realizadas filtrando as publicações e registros entre os anos de 2008 e 2017, utilizando as combinações da palavras-chave “Biodiesel and Biomass”, “Biodiesel and Enzyme”, “Biodiesel and Biocatalysis” e “Biodiesel and Bioprocess” no portal de periódicos *Web of Science* e em diferentes bancos de patentes, tais como Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), Espacenet e *United States Patent and Trademark Office* (USPTO), como mostra a Figura 1.

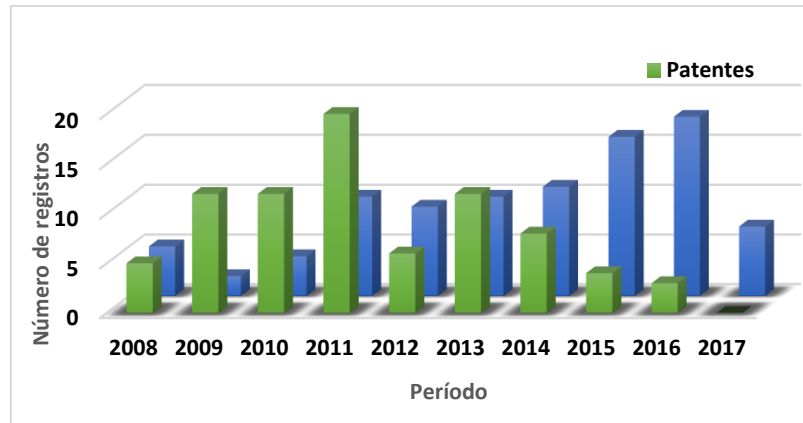


**Figura 1:** Número de artigos e patentes por diferentes combinações de palavras-chave entre os anos de 2008 e 2017.

## Resultados e Discussão

### *Evolução anual de artigos e patentes*

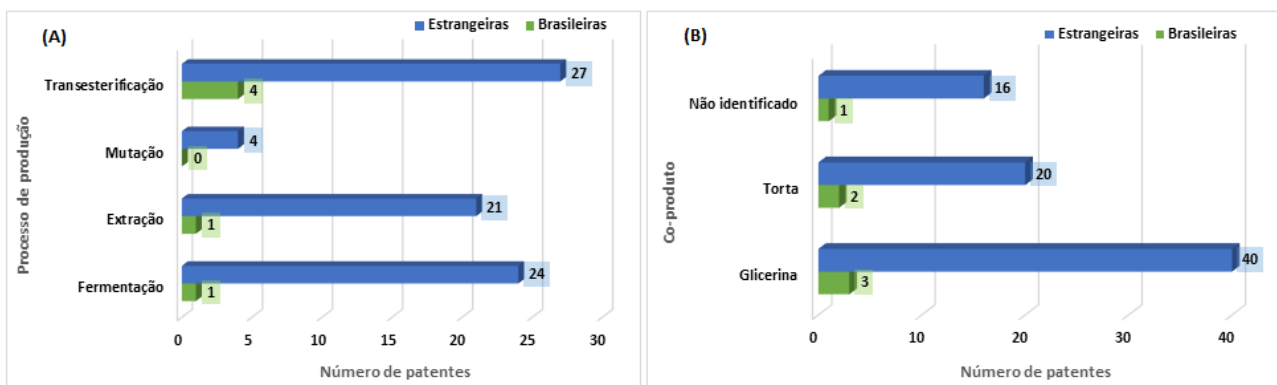
A evolução anual de artigos científicos entre os anos 2008 e 2017 exposta na Figura 2 indica uma tendência predominantemente exponencial, com maior número de publicações em 2016, o que indica que o uso de enzimas, micro-organismos, células animais ou vegetais em processos de produção de biodiesel é uma tecnologia emergente, mostrando ser uma área ainda competitiva em termos de pesquisa científica. Entretanto, analisando apenas a evolução de patentes é possível verificar que não houve uma tendência regularmente crescente ao número de registros ao passar dos anos, sendo mais expressivo em 2011, representando cerca de 25% do número total de patentes depositadas no período em questão.



**Figura 2:** Evolução anual de patentes e artigos.

*Processos tecnológicos e seus co-produtos*

A Figura 3A mostra os processos de produção de biodiesel mais utilizados. Os processos de geração de biodiesel têm maior número de patentes focando especialmente na transesterificação, tanto para estrangeiras quanto para brasileiras, representando cerca de 35,5% e 66,7% dos processos utilizados, respectivamente. Outros processos que também vem sendo utilizados a nível mundial são a extração de ácidos graxos de interesse e a fermentação por micro-organismos.



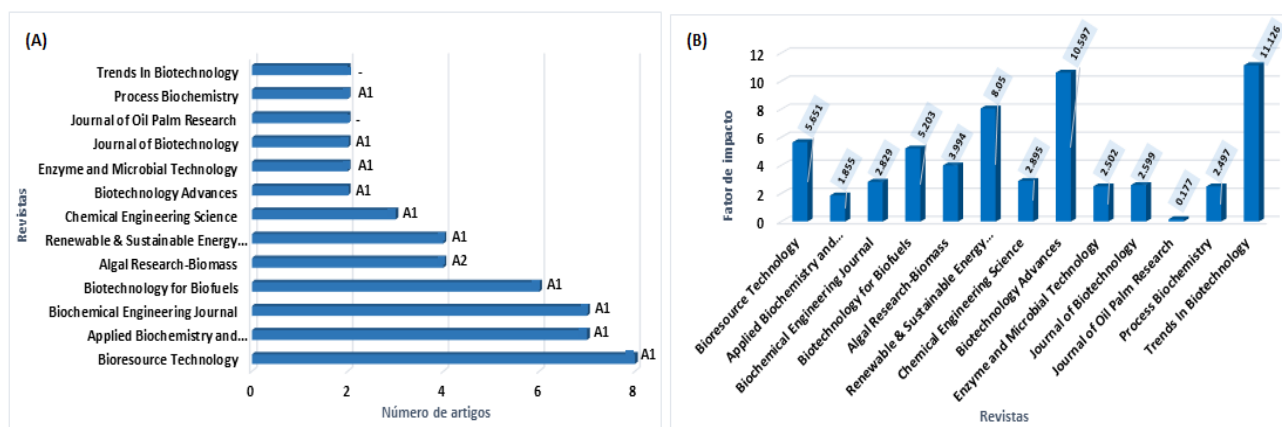
**Figura 3:** (A) Processo de produção do biodiesel e (B) Co-produtos oriundos da produção do biodiesel.

Após a obtenção do biodiesel, involuntariamente, são gerados materiais do processo de produção que necessitam ser reutilizados para reduzir os impactos ambientais e para maximizar os resultados da energia aplicada, os chamados co-produtos. Estes podem ser reaproveitados para agregar valor e se constituir em outras fontes de renda importantes para os produtores agrícolas e

industriais. A Figura 3B mostra que a glicerina é o co-produto mais gerado pelos processos tecnológicos estrangeiros e brasileiros. Em segundo lugar, a torta oriunda da extração de óleos vegetais utilizados na produção do biodiesel.

### Qualificações das revistas indexadas com mais artigos científicos

Os artigos científicos coletados foram publicados em 54 diferentes revistas, entretanto, apenas 13 revistas apresentaram duas ou mais publicações. A Figura 4A mostra as revistas indexadas com mais artigos e os Qualis Periódicos Capes para a área Engenharias II. *Bioresource Technology*, *Applied Biochemistry and Biotechnology*, *Biochemical Engineering Journal* e *Biotechnology for Biofuels* foram as revistas que publicaram mais artigos voltados para a obtenção de biodiesel por meio de processos biotecnológicos. A nível nacional, o Qualis é um importante critério de avaliação individual para a manutenção e distribuição de recursos voltados para a educação, como financiamento de projetos e bolsas para a progressão da ciência e carreira de pesquisadores. O levantamento feito a partir da plataforma Sucupira indicou que praticamente todas as revistas analisadas apresentam Qualis de classificação A1 para a área Engenharias II, com exceção das revistas *Trends In Biotechnology* e *Journal of Oil Palm Research*, que possuem Qualis de classificação apenas para a área de Biotecnologia.



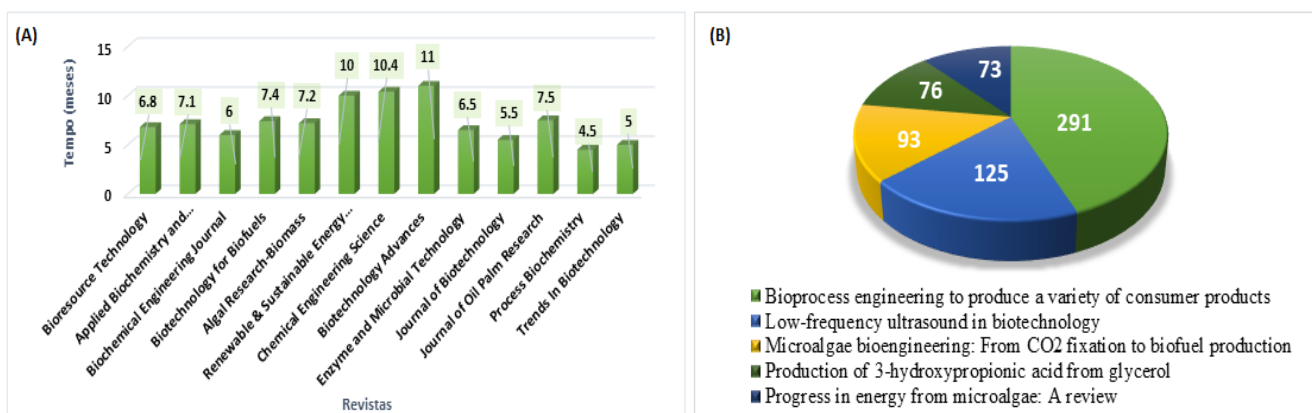
**Figura 4:** (A) Revistas indexadas com mais artigos e Qualis Periódicos Capes para a área de avaliação Engenharias II e (B) Fator de impacto das revistas indexadas com mais artigos científicos.

Outro importante parâmetro de aferição da qualidade dos periódicos científicos é o Fator de Impacto, que representa uma medida estabelecida para determinar o número médio de citações de artigos científicos publicados em um determinado periódico. Sendo assim, os periódicos com fator

de impacto alto são considerados mais importantes do que aqueles com fator de impacto baixo. Neste contexto, a Figura 14 exibe as revistas indexadas com mais artigos que apresentam maiores fatores de impacto são: *Trends In Biotechnology* (11,126), *Biotechnology Advances* (10,597), *Renewable & Sustainable Energy Reviews* (8,050), *Bioresource Technology* (5,651) e *Biotechnology for Biofuels* (5,203)

A publicação de artigo científico em periódico é a principal forma de divulgação dos resultados de uma pesquisa. Entretanto, para que o processo de avaliação e aprovação por parte dos avaliadores e editores seja bem feito, exige bastante tempo. O tempo médio entre a data de submissão e a data de publicação de um artigo é um dos fatores que influenciam na escolha dos autores para a escolha da revista, uma vez que para o progresso da ciência é imprescindível a acelerada difusão dos dados e conhecimentos inovadores resultantes da pesquisa. Assim, verificou-se que o tempo médio para publicação entre todas as 54 revistas analisadas é de 7 meses.

A Figura 5A mostra que, dentre as 13 revistas indexadas com mais artigos científicos, o tempo médio também é de 7 meses, sendo que *Process Biochemistry*, *Trends in Biotechnology*, *Journal of Biotechnology*, *Biochemical Engineering Journal* e *Enzyme and Microbial Technology* são as revistas que levam menos tempo para publicar artigos científicos. A partir da pesquisa de anterioridade dos artigos científicos referentes a utilização de bioprocessos na produção de biodiesel entre os anos de 2008 e 2017 também se analisou os cinco artigos com maiores números de citações (Figura 5B), já que este é um dos fatores mais importantes para estimar a relevância de uma publicação científica a nível mundial e implica diretamente na importância do pesquisador no desenvolvimento da ciência e tecnologia.



**Figura 2:** (A) Tempo em meses entre submissão e publicação nas revistas indexadas com mais artigos científicos e (B) Artigos científicos com maiores números de citações.



O artigo intitulado “*Bioprocess engineering to produce a variety of consumer products*” publicado na revista *Renewable & Sustainable Energy Reviews* em 2009 foi o mais citado, com 291 citações. Neste artigo de revisão, os autores Razif Harun, Manjinder Singh, Gareth M. Forde e Michael K. Danquah discutem as plataformas de tecnologia e desenvolvimento de diferentes produtos de consumo de alto valor agregado a partir de biomassas. Outro artigo de revisão foi citado 125 vezes, os autores Rokhina E. V., Lens P. e Virkutyte J., discutem o uso de ultrassom de baixa frequência para o aprimoramento de vários processos biotecnológicos. Ademais, os artigos “*Microalgae bioengineering: From CO<sub>2</sub> fixation to biofuel production*”, “*Production of 3-hydroxypropionic acid from glycerol*” e “*Progress in energy from microalgae: A review*” foram citados 93, 76 e 73 vezes, respectivamente

## Conclusões

A prospecção é de fundamental importância para área de pesquisa e desenvolvimento de projetos. A busca de anterioridade em bancos de dados de patentes e artigos, nacionais e internacionais, promoveu o mapeamento tecnológico da obtenção de biodiesel por bioprocessos. Além disso, foi possível identificar os principais co-produtos oriundos da produção do biodiesel. Assim, este trabalho pretende contribuir de forma significativa no estudo da inovação tecnológica, para que processos e produtos sejam introduzidos no setor industrial com alto valor agregado, bem como ampliar o campo de atuação da pesquisa científica que necessita ter um panorama sobre determinada área tecnológica.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Tiradentes (UNIT) pelo apoio estrutural e financeiro durante o desenvolvimento desse trabalho.

## Referências

CANONGIA C.; ANTUNES A. Gestão da informação e monitoramento tecnológico: o mercado dos futuros genéricos. *Perspectivas em ciência da informação*, 7, 2, 2002.

DU, WEI; WANG, LI; LIU. Dehua. Improved methanol tolerance during Novozym435-mediated methanolysis of SODD for biodiesel production. *Green Chemistry*, 9, 173-176, 2007.

FAGUNDES, M. C.; GARCIA, P. A. de A.; MOTTA, G. DA S. MELO, DANIEL, R A. de. Perfil tecnológico da CSN: um estudo patentométrico. RAI: Revista de Administração e Inovação, 11, 276-294, 2014.

FERREIRA, A. A.; GUIMARÃES, E. R.; CONTADOR, J. C. Patente como instrumento competitivo e fonte de informação tecnológica. Revista Gestão & Produção. São Carlos: 16, 209-221, 2009.

FUKUDA, H.; KONDO, A.; NODA, H. Biodiesel fuel production by transesterification of oils. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 92, 405-416, 2001.

GOG, A.; ROMAN, M.; TOS, M.; PAIZS, C.; IRIMIE, F. D. Biodiesel production using enzymatic transesterification e Current state and perspectives, *Renewable Energy*, 39, 10-16, 2012.

QUINTELLA, C.M.; TEIXEIRA, L.S.G.; KORN, M.G.A.; NETO, P.R.C.; TORRES, E.A.; CASTRO, M.P.; JESUS, C.A.C. Cadeia do biodiesel da bancada à indústria: uma visão geral com prospecção de tarefas e oportunidades para P&D&I. *Quim. Nova*, XY, 1-16, 2009.