

## PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE COMBUSTÍVEL RENOVÁVEL PARA AVIACÃO: ESTUDO DE CASO DO DIESEL VERDE.

Suzana Borschiver<sup>1</sup>, Cindy Realpe<sup>2</sup>, Maria Antonieta Gimenes Couto<sup>3</sup>, Karoline Coelho<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup>Núcleo de Estudos Industriais e Tecnológicos (NEITEC), Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Rec.: 19/09/2016 Ac.: 13/06/2017

### RESUMO

A oscilação no preço do petróleo, os riscos geopolíticos decorrentes da sua dependência e os compromissos mais sólidos com a questão ambiental fazem com que o desenvolvimento de combustíveis a partir de matéria-prima renovável venha se destacando no cenário mundial. Este trabalho tem como objetivo realizar um estudo de prospecção tecnológica, a fim de compreender as principais tendências tecnológicas, em relação a aspectos de processo, produto, catalisador e oportunidades na implantação do diesel verde para substituir os combustíveis convencionais. O trabalho recorreu a análise de artigos (base SCOPUS), publicações em mídia especializada e patentes (USPTO e INPI), de 2000 a 2015/7. Cabe destacar algumas tendências identificadas no estudo como: as matérias-primas mais utilizadas na produção de diesel verde foram as algas e o processo de destaque foi o hidroprocessamento. Baseado nos resultados encontrados no estudo prospectivo foi possível projetar alguns cenários futuros em diferentes estágios temporais (curto, médio e longo prazo).

Palavras-chave: Diesel Verde. Tendências Tecnológicas. Inteligência competitiva.

### TECHNOLOGICAL PROSEPECTING OF RENEWABLE AVIATION FUEL

### ABSTRACT

The fluctuation in the crude oil prices, geopolitical risks from dependence on crude oil from politically unstable countries and stronger commitments to environmental issues make the development of renewable raw material fuels will be highlighting in the world scenario. This paper aims to conduct a technological prospecting study in order to understand the main technological trends in relation to process aspects, product, catalyst and opportunities in green diesel deployment to replace conventional fuels. The study analyzed articles (SCOPUS), publications in specialized media and patents (USPTO and INPI) from 2000 to 2015/7. Is possible to emphasize some trends identified in the study as: the raw materials most commonly used in green diesel production were the algae and the process that highlighted was the hydroprocessing. Lastly, based on the results found in the forecasting study it was possible to design some future scenarios in different time stages as short, medium and long term.

Keywords: Diesel Green. Technological Trends. Competitive Intelligence.

Área Tecnológica: Energia Renovável. Gestão do Conhecimento. Prospecção Tecnológica.

Autor para correspondência: [suzana@eq.ufrj.br](mailto:suzana@eq.ufrj.br)

## INTRODUÇÃO

A indústria global do transporte aéreo contribui em torno de 2% da geração dos gases de efeito estufa gerados por ações do homem. O crescimento desta indústria nas últimas décadas, aliado ao aumento de eficiência, evitou que o cenário atual fosse mais representativo. No entanto, com o constante crescimento do tráfego aéreo, existe uma previsão de que esta proporção deverá aumentar nos próximos anos. (ABRABA, 2011)

Em resposta a esta previsão, a aviação civil como um todo, envolvendo empresas aéreas, fabricantes de aeronaves, sistemas aeroportuários e de controle de tráfego aéreo vêm trabalhando coordenadamente numa série de metas para reduzir seu impacto ambiental, de forma a manter-se como um instrumento do crescimento econômico. Essas metas incluem: melhoria da eficiência de combustível de 1,5% até 2020, limitar as emissões da indústria a partir de 2020 e reduzir em 50% as emissões da indústria até 2050, tendo como linha de base 2005. (ABRABA, 2011)

Diante deste cenário, os biocombustíveis emergem como fonte alternativa de energia, diversificando a matriz energética e reduzindo a dependência dos combustíveis fósseis. O “Renewable Diesel” (Diesel Renovável) ou “Green Diesel” (Diesel Verde) vem ganhando destaque e tornando-se cada vez mais comum em várias partes do mundo, por ser oriundo de matérias-primas, como óleos, gordura e ácidos graxos derivados destes, além das suas características semelhantes ao diesel de petróleo, uma vez que é quimicamente composto de hidrocarbonetos.

No panorama da produção industrial do diesel renovável, a inovação é uma questão de sobrevivência para as empresas e, portanto, deve ser considerada na tomada de decisões. Para mensurar o patamar de inovação global e as diretrizes tecnológicas mundiais, são realizados estudos prospectivos. Os Estudos de Prospecção Tecnológica, também chamados de estudos de futuro, ou forecast (ing), foresight (ing) ou future studies, fornecem as principais tendências no contexto mundial sendo possível segmentar estas tecnologias por setor da economia. Estes estudos auxiliam a identificação de tecnologias promissoras, úteis para uma determinada organização, bem como apontam para possibilidades de negócios e parcerias. A sistematização da prática de monitoramento tecnológico, a ser coberta pela prospecção tecnológica e de inovação, visa congrega a busca de soluções adequadas para a identificação e priorização de uma agenda de P&D, articulada com instituições de pesquisa, que possa inclusive influenciar agenda de P&D nacional e criar demandas para a cadeia inovativa do setor. (Borschiver, 2008).

Define-se a análise prospectiva também como o conjunto de atividades e métodos utilizados para antever o comportamento de variáveis socioeconômicas, políticas, culturais e tecnológicas, bem como o efeito de suas interações. Pode-se clarear a definição quando se introduzem conceitos relacionados à gestão do conhecimento, relativos às fontes de informação, afirmando que a prospecção tecnológica pode variar em complexidade, desde a prospecção de uma única tecnologia para uma empresa até um exercício prospectivo de escopo bem mais amplo, de um setor econômico ou de questões que envolvam toda uma sociedade. Em síntese, pode-se considerar que os estudos prospectivos são processos sistematizados de compreensão do futuro e podem ser de cunho social, econômico, político e tecnológico (Borschiver & Silva, 2016).

A literatura cita inúmeros métodos de prospecção tecnológica, tais como a análise de cenários, entrevista com especialistas, construção de matriz SWOT, a técnica de brainstorming metodologia Delphi, dentre outras. No presente estudo, serão exploradas 2 metodologias prospectivas: a análise quantitativa e qualitativa de documentos técnicos (artigos e patentes), também conhecida como bibliometria e patentometria, e o Roadmap Tecnológico (Borschiver & Silva, 2016).

Um dos mecanismos mais utilizados pela comunidade científica para a disseminação dos resultados das pesquisas é a publicação de artigos em periódicos científicos. Os resultados de uma pesquisa BORSCHIVER, S.; REALPE, C.; COUTO, M.A.G.; COELHO, K.. Prospecção tecnológica de combustível renovável para aviação: estudo de caso do diesel verde.

científica necessitam ser formalmente divulgados para assegurar a autoria de quem os desenvolveu (Pizzani et al., 2008). Dessa forma, o artigo científico por sua condição de fonte de informação original e de qualidade constitui-se como um veículo de transmissão do conhecimento produzido pelos pesquisadores, servindo de literatura-base para corroborar os estudos já existentes e inspirar novas pesquisas.

A documentação patentária atualmente é considerada a fonte mais rica e detalhada de informação de caráter técnico disponível em todo mundo, além de ser uma rica fonte de informação e tendência mercadológica (Alencar et al., 2007). Três fatores são impactantes com relação a informação presente em documentos de patente. O primeiro se refere ao crescimento do volume de informação contida em documentos de patente em função da globalização, da internet e de áreas emergentes como a China e a Índia. O segundo se relaciona ao aumento da complexidade da pesquisa e inovação gera convergência tecnológica. E por último, a tecnologia gerando mudanças: os fatores-chave são a integração da informação e o gerenciamento de dados (Caraher, 2008).

A avaliação dos dados coletados é uma fase muito importante, consistindo da análise dos mesmos para verificar sua relevância. Na interpretação dos dados deve haver uma profunda preocupação com a agregação de valor às informações, característica principal dos serviços de informação. O valor agregado das informações contidas nas fontes anteriormente citadas depende da compilação e análise das mesmas, sendo extremamente importante o monitoramento da informação, tendo em vista os objetivos da organização em termos de atuação no mercado (Borschiver & Silva, 2016).

Desta forma, a prospecção de tecnologia por meio da gestão de informação, recorrendo-se a diferentes fontes, como patentes e artigos, é extremamente útil para inferir o estado da arte de determinado setor, com o objetivo de gerar informações sobre a sua trajetória passada, presente e sobre as tendências futuras de mercado.

Com base no exposto, o estudo teve como objetivo mapear tendências tecnológicas e mercadológicas da produção de diesel verde no setor da aviação através, da análise de artigos científicos, patentes concedidas e patentes solicitadas.

## METODOLOGIA

O método de prospecção tecnológica empregado neste estudo utiliza informações oriundas dos documentos de artigos científicos, patentes e de mídia especializada. Os documentos de patentes e artigos científicos são uma potente ferramenta e um instrumento bastante eficaz no apoio à tomada de decisão, tendo em vista o estado da arte disponível no seu conteúdo, que permite identificar tecnologias relevantes, parceiros, concorrentes no mercado, rotas tecnológicas, inovações, investimentos, processos, produtos, PD&I, fusões e aquisições, dentre outras. Além disso, a utilização de bases de dados padronizadas e com qualidade da informação permite tratar estatisticamente volumes de dados com baixo risco de erros, que agrega valor ao conhecimento disponível.

A metodologia de pesquisa, empregada na fase de mapeamento de artigos científicos dentro do contexto de produção de Diesel verde com foco no combustível para aviação, consistiu em busca por palavras-chave na base de dados Scopus (<http://www.scopus.com/>). Scopus é a base referencial da Editora Elsevier. Ela é a maior fonte referencial de literatura técnica e científica revisada por pares, que permite uma visão ampla do que está sendo publicado cientificamente sobre um tema. Através dos mecanismos de busca, podem ser encontradas as informações publicadas por uma determinada instituição, ou um determinado autor. Nesse contexto, a base de dados Scopus foi selecionada pela sua grande abrangência, facilidade de download de uma grande quantidade de

BORSCHIVER, S.; REALPE, C.; COUTO, M.A.G.; COELHO, K.. Prospecção tecnológica de combustível renovável para aviação: estudo de caso do diesel verde.

documentos, alta relevância dos artigos científicos e análises Macro facilitadas pela própria estrutura do site.

O levantamento de informações, dentro do escopo do trabalho, oriundas de documentos de patentes, consistiu em busca por palavras-chave no escritório americano de marcas e patentes, o USPTO (<http://www.uspto.gov/>) e no escritório brasileiro de patentes, o Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI - ([www.inpi.gov.br](http://www.inpi.gov.br)). O USPTO foi selecionado pela sua grande abrangência além disso, a página do Escritório Americano de Marcas e Patentes (USPTO) oferece acesso a duas bases de dados de patentes, uma de Pedidos de Patente (Patentes Solicitadas) e outra de Patentes Concedidas nos Estados Unidos. A base de dados do INPI permite o acesso a documentos de patente depositados no Brasil.

### Artigos Científicos

A metodologia de pesquisa, empregada com o objetivo de mapear artigos científicos no contexto da produção de diesel verde, consistiu em busca empregando palavras-chave na base de dados Scopus. Inicialmente, buscou-se com palavras chave “Green diesel”, “Renewable diesel”, “Production”, “Aviation Biofuels”, “Market”, “Economy”, “Hydrotreating”, “Hydroprocessing”, nos campos título do artigo, resumo e palavras chave, de forma a obter o maior número possível de documentos entre 2000 e 2015/7. Após a análise de 200 documentos, 109 artigos científicos foram selecionados e considerados relevantes para o estudo prospectivo.

### Patentes Concedidas e Solicitadas

O levantamento de informações, dentro do escopo do trabalho, oriundas de documentos de patentes consistiu em busca por meio de palavras-chave e/ou classificação internacional de patentes (International Patent Classification - IPC) no escritório americano de marcas e patentes, o USPTO e no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), foi utilizada a mesma estratégia de busca por palavras-chave utilizada na busca de artigos científicos, mencionadas anteriormente. Os documentos considerados como relevantes para o estudo prospectivo e analisados com mais profundidade foram no total: 53 patentes concedidas e 55 patentes solicitadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a leitura do conteúdo dos documentos selecionados descritos na metodologia de prospecção tecnológica, as informações extraídas foram analisadas em três níveis diferentes que são a seguir especificados: Macro, Meso e Micro.

Nível Macro: os documentos são analisados de acordo com a série histórica de publicações, a distribuição por países, por universidades, centros de pesquisa e empresas ligadas ao conhecimento científico e desenvolvimento da tecnologia, parcerias (internacionais e com empresas).

Nível Meso: os documentos são categorizados de acordo com os aspectos mais relevantes em torno do diesel verde. A seguir, estas taxonomias identificadas são descritas.

- **Processo**: quando são identificados nos documentos etapas e tecnologias do Processo de Produção do diesel verde.
- **Matéria-prima**: quando são identificadas nos documentos as principais Matérias-Primas renováveis.

- Equipamento: é identificado o Equipamento na produção do diesel verde.
- Catalisador: quando são identificados nos documentos os Catalisadores usados no Processo de Produção de diesel verde.
- Análise de caracterização: o interesse dos pesquisadores na caracterização do produto, avaliação de rendimentos e custos econômicos.
- Micro-organismo: são identificados os diferentes Micro-organismos participantes no Processo de Produção do diesel verde.

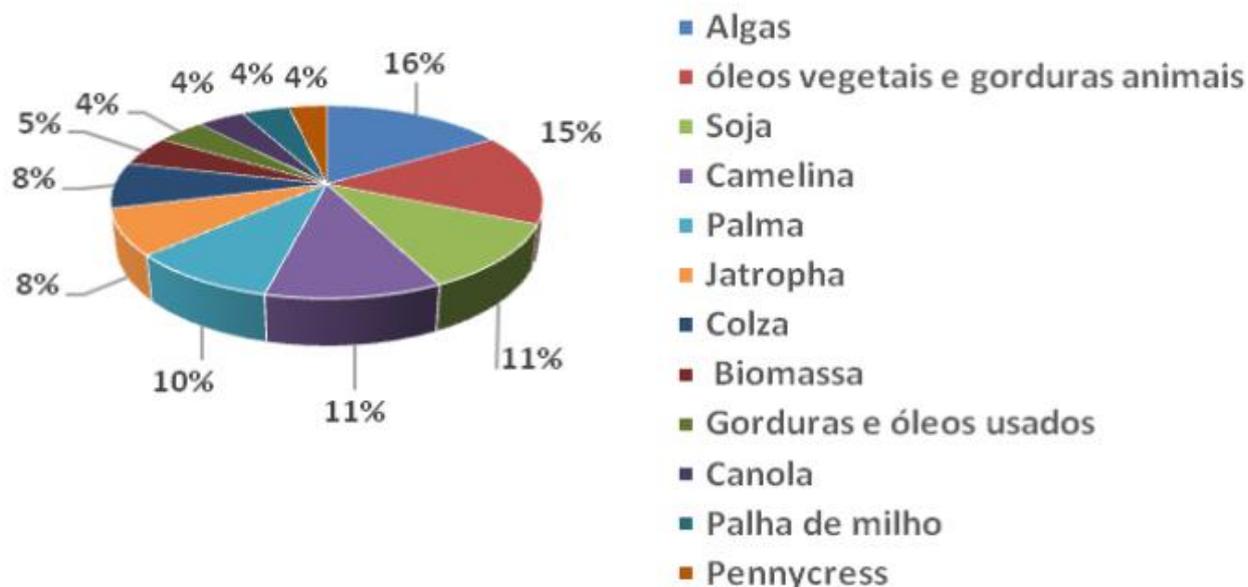
Nível Micro: nesta fase do trabalho são identificados particularidades e detalhes de cada taxonomia da análise Meso. Cabe ressaltar que o mesmo documento pode estar incluído em mais de uma taxonomia.

### Artigos científicos

A primeira análise está relacionada à evolução da produção científica em número de artigos científicos por ano, com 24 e 37, para 2013 e 2014, respectivamente. Outra análise refere-se à origem das publicações, onde se identificam os países com mais interesse na evolução do diesel verde ou diesel renovável. Nesta análise da localização, pode ser percebida a relevante participação e a liderança dos EUA, com 42 publicações. Seguindo, são listados a China com 11 publicações e o Brasil e a Grécia com 6 publicações. Considerando o tipo de autor (universidade, instituto de pesquisa, empresas), a maior parte das publicações (107 artigos científicos) foi realizada por pesquisadores de Universidades e Institutos de Pesquisa, como era de se esperar. Nesta análise, destaca-se o Korea Institute of Science and Technology (KIST). Também, verifica-se a participação de algumas empresas como UOP LLC, a Honeywell Company, MOTOR OIL (Hellas), Targeted Growth, Inc.

Na análise Meso, os artigos científicos foram categorizados de acordo com os aspectos mais relevantes em torno do diesel verde, baseados nas seis taxonomias propostas: Matéria prima, Processo de Produção, Equipamento, Catalisador, Análise de Caracterização e Microrganismo. As taxonomias mais citadas nos documentos foram Processo de Produção (108) e Matéria prima (107). A seguir, têm-se publicações nas taxonomias Análise de Caracterização (97), Equipamento (77), Catalisador (65) e Micro-organismo (4). Na análise Micro dos artigos científicos uma grande quantidade de publicações está orientada para o uso da Matéria-prima renovável como é mostrado na Figura 1, com destaque para algas, soja, camelina, palma, jatropha, colza. Alguns artigos científicos apresentam a matéria-prima de forma geral com a denominação de óleos vegetais e gorduras animais.

Nas diferentes tecnologias de processamento usadas na produção do diesel verde, sobressaem os processos convencionais como o hidrotreatamento e hidroprocessamento, representando 32% e 30% das tecnologias de processamento, respectivamente. Outro processo que está sendo estudado para a obtenção de um biocombustível com características melhoradas é a pirólise ou craqueamento. Com menor quantidade de pesquisas encontra-se o processo FischerTropsch e o processo de liquefação hidrotérmica, que ainda permanece em escala de bancada. Os Catalisadores mais destacados foram os Catalisadores de metal sulfureto, com suporte de alumina e de metal nobre, com suportes a base de zeólitas.

**Figura 1** - Análise Micro de artigos científicos - Matérias-primas.

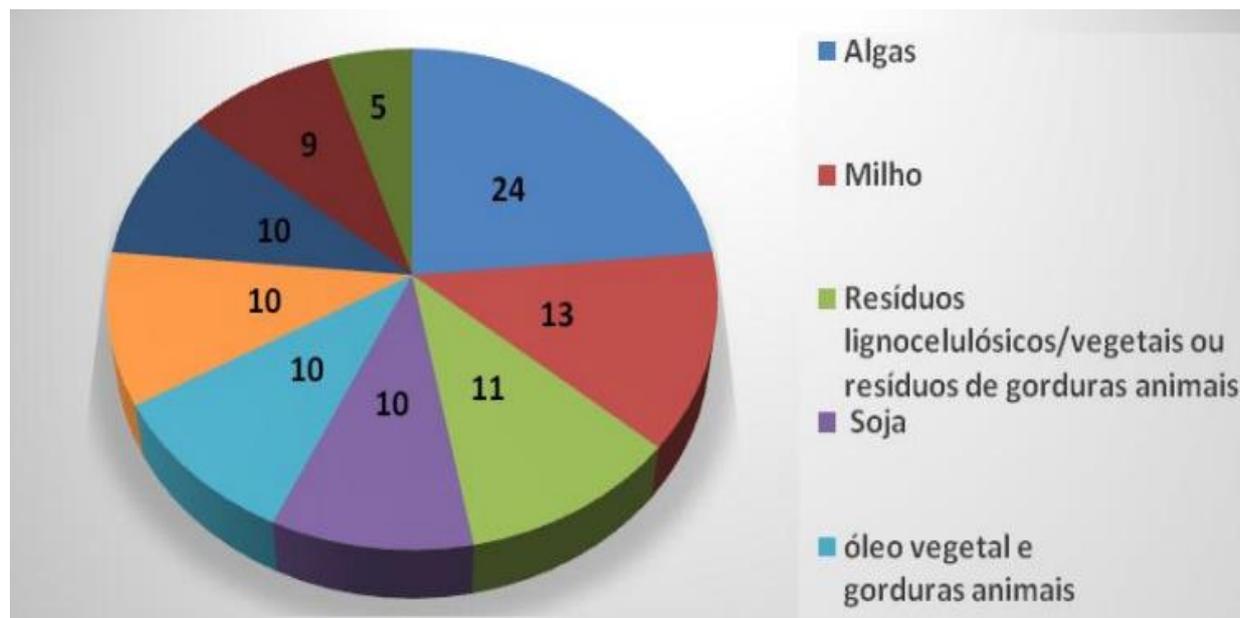
Fonte: Elaboração própria a partir de resultado de busca na base Scopus (2000 e 2015/7).

#### Patentes concedidas

Para os anos de 2013 e 2014, verificou-se 25 e 16 patentes concedidas respectivamente. Da mesma maneira ocorrida na análise de artigos científicos, os EUA é o país com maior número de patentes concedidas dentro do universo analisado, com 42 documentos, denotando que a indústria da aviação nesse país, está avançando a grandes passos respeito aos biocombustíveis. A seguir, encontra-se a Finlândia, com 3 documentos, com destaque para a pesquisa na produção de diesel verde na empresa Neste Oil.

A empresa com maior destaque é a Solazyme Inc. (Incorporation), que está escalonando processos para atender à demanda mundial de óleos sustentáveis. Depois, encontra-se a participação da UOP LLC, anteriormente conhecida como Universal Oil Products, empresa multinacional com desenvolvimento e fornecimento de tecnologia para o refino de petróleo, processamento de gás, petroquímica para as principais indústrias transformadoras.

Na análise Meso, observa-se que o Processo de Produção e Matéria-prima são as categorias mais relevantes, com 52 e 51 documentos, respectivamente. Em seguida, foram identificados os Catalisadores, a Análise de Caracterização, Equipamento e, com um número expressivo de documentos, figuram os Micro-organismos. Os Processos de Produção de diesel nas refinarias convencionais são os mais relevantes nas patentes concedidas tais como: o Hidrotratamento e Hidroprocessamento. Pode-se observar que existem algumas pesquisas voltadas para os processos de liquefação e pirólise. Os Catalisadores de metal sulfeto foram os mais citados nos documentos, concomitantemente com os suportes de zeólita ou alumina. Na análise Micro, uma das categorias identificadas com maior frequência foi a Matéria-prima, conforme observado na distribuição das patentes concedidas analisadas (Figura 2).

**Figura 2** - Análise Micro de Patentes concedidas - Matéria-prima.

Fonte: Elaboração própria a partir de resultado de busca na base Scopus (2000 e 2015/7).

As algas são a Matéria-prima mais explorada nas patentes concedidas, mostrando um importante interesse na projeção das matérias-primas renováveis que não competem com a indústria alimentícia. Outras pesquisas apontam para os resíduos lignocelulósicos e/ou resíduos de gorduras animais como uma opção viável no processo de produção do diesel verde.

#### Patentes solicitadas

A análise da evolução do conhecimento tecnológico em número de patentes solicitadas mostra que desde o ano 2013 existe um notável interesse na pesquisa sobre a produção de diesel verde, ratificando a evolução deste biocombustível tanto em artigos científicos como em patentes concedidas.

Na análise da localização, assim como foi observado na análise de artigos científicos e patentes concedidas, verifica-se o protagonismo dos EUA, com 44 patentes solicitadas, dentro do universo analisado. A indústria da aviação nos EUA continua liderando em relação ao desenvolvimento de tecnologias de produção de biocombustíveis. Depois, encontra-se Itália, com 5 documentos, que atualmente têm uma forte pesquisa em diesel verde com a companhia Eni S.P.A. Existe um importante interesse das empresas produtoras de combustíveis e biocombustíveis na pesquisa de diesel verde e repetem a sua liderança no depósito de patentes, com destaque para Solazyme, Inc., UOP LLC, Eni S.P.A (Società Per Azioni), BP corporation North America, Neste Oil, Exxonmobil e Phillips 66 company.

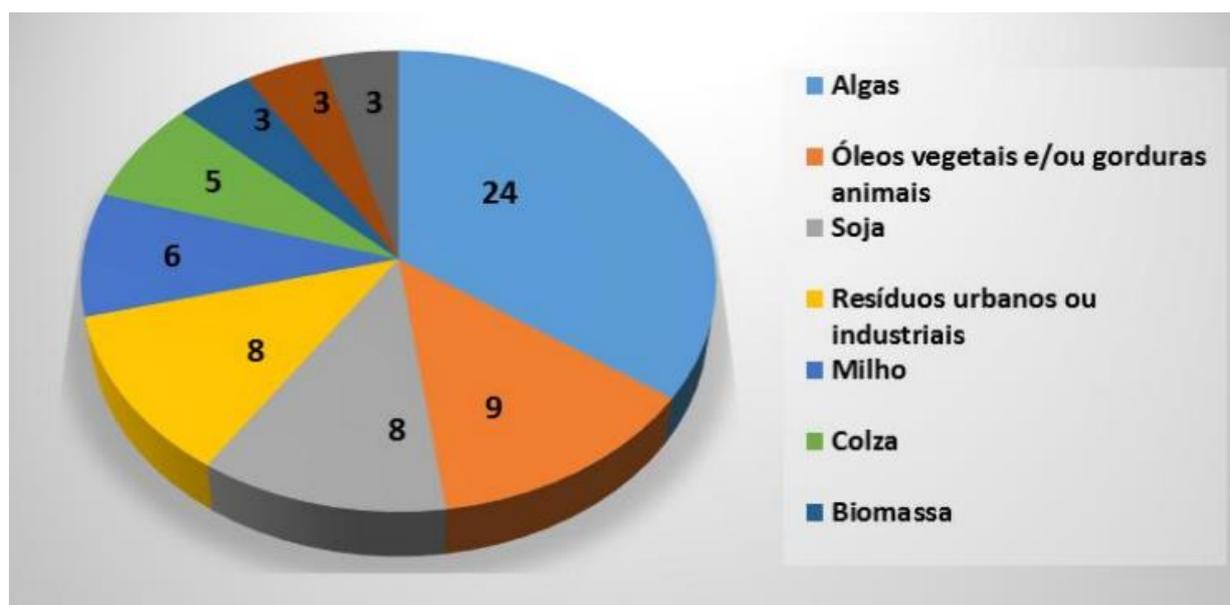
Na análise Meso de patentes solicitadas, observa-se o mesmo perfil nas patentes concedidas, sendo o Processo de Produção e Matéria-prima as categorias mais relevantes, com 54 e 53 documentos, respectivamente. Depois, encontram-se os Catalisadores, Análise de caracterização, Equipamento e com um número expressivo de documentos aparecem os Micro-organismos. Na análise de Processo de Produção do diesel verde, o processo de hidrotreamento continua liderando a categoria, assim como o hidrotreamento, os quais são os processos convencionais na produção do diesel. Outros

BORSCHIVER, S.; REALPE, C.; COUTO, M.A.G.; COELHO, K.. Prospecção tecnológica de combustível renovável para aviação: estudo de caso do diesel verde.

documentos referem-se ao processo de liquefação. Finalmente, algumas pesquisas também estão direcionadas aos processos de pirólise/craqueamento e fermentação, mostrando assim que estas tecnologias não têm sido alvo das patentes. Os Catalisadores de metal sulfeto ou metais nobres, geralmente sólidos, foram os mais citados nas patentes solicitadas, juntamente com os suportes de zeólita.

Para as patentes solicitadas, a Matéria-prima foi uma das taxonomias mais relevantes, com 53 documentos, cuja distribuição é mostrada na Figura 3.

**Figura 3** - Análise Micro de patentes solicitadas - Matéria-prima.



Fonte: Elaboração própria a partir de resultado de busca na base Scopus (2000 e 2015/7).

A maior parte das pesquisas refere-se às algas como matéria-prima nas patentes solicitadas, também existe um interesse em outras fontes de Matéria-prima que foram denominadas em forma geral como óleos vegetais/gorduras animais, biomassa e resíduos urbano-industriais. Em uma quantidade considerável de patentes, as invenções relataram a produção de óleos, combustíveis e óleos químicos feitos a partir de Micro-organismos.

### Cenários Futuros

Com os resultados das diferentes tendências tecnológicas adquiridas no presente estudo é possível projetar alguns cenários futuros em diferentes estágios temporais como curto, médio e longo prazo.

Critérios de avaliação de cenários futuros:

- O Cenário 1 apresenta a rota tecnológica que será implementada em um estágio temporal de curto prazo (0-5 anos).
- O Cenário 2 apresenta a rota tecnológica que será implementada em um estágio temporal de médio prazo (5-10 anos).
- O Cenário 3 apresenta a rota tecnológica que será implementada em um estágio temporal de longo prazo (10-15 anos).

BORSCHIVER, S.; REALPE, C.; COUTO, M.A.G.; COELHO, K.. Prospecção tecnológica de combustível renovável para aviação: estudo de caso do diesel verde.

Os diferentes cenários são descritos a seguir:

### **Cenário 1**

Processo de produção: Hidroprocessamento.

Matéria-prima: Algas/Biomassa lignocelulósica/Resíduos de óleos vegetais ou gorduras animais.

Catalisadores: Metal sulfeto/metal nobre com suporte de alumina.

### **Cenário 2**

Processo de produção: Liquefação hidrotérmica.

Matéria-prima: Algas.

Catalisadores: sem catalisadores.

### **Cenário 3**

Processo de produção: Pirólise/Craqueamento.

Matéria-prima: Biomassa lignocelulósica/Resíduos de óleos vegetais ou gorduras animais.

Catalisadores: Zeólitas.

## **CONCLUSÃO**

A metodologia adotada para realizar a análise das tendências da cadeia produtiva de diesel verde, através de artigos científicos e patentes, foi uma ferramenta eficiente para a informação atual em torno a esse biocombustível, devido à utilidade do conjunto de conceitos e técnicas utilizadas para se antever o comportamento das variáveis socioeconômicas, políticas e tecnológicas, bem como o efeito de suas interações.

Foi encontrada uma quantidade razoável de documentos desde o ano 2013, indicando um aumento de interesse recente sobre o tema. Os EUA protagonizam as pesquisas em relação à tecnologia de produção de diesel verde. A Finlândia e a Itália estão em fase de desenvolvimento avançado apresentando relevantes patentes concedidas e solicitadas. China e o Brasil mostram um crescimento na pesquisa com uma notável quantidade de artigos científicos.

A empresa UOP LLC dos Estados Unidos se destaca com maior quantidade de documentos e a empresa Solazyme Inc. tem uma relevante participação no campo das patentes em relação ao uso de micro-organismos na produção de diesel verde. Também, encontram-se as empresas Neste Oil da Finlândia e a Eni S.P.A da Itália com um importante destaque no depósito de patentes.

As taxonomias mais relevantes em todos os documentos foram a Matéria-prima e o Processo de produção, ratificando assim o interesse em processo mais limpos e produtos sustentáveis. A Matéria-prima mais destacada em todos os documentos foram as algas. Os autores das patentes estão direcionando a pesquisa na utilização de micro-organismos geneticamente modificados que podem ser usados na produção de óleo diesel e combustível renovável de aviação.

Nos artigos científicos apresentam-se as matérias primas renováveis convencionais como a soja, a camelina, a palma e as patentes apresentam novas alternativas renováveis como os resíduos urbanos ou industriais e os resíduos vegetais/gorduras animais.

Os processos de produção associados ao diesel petroquímico foram os mais citados em todos os documentos, uma vez que o diesel verde tem a vantagem de ser produzido na infraestrutura de uma refinaria convencional. Pode-se observar o interesse na otimização do processo devido ao estudo de outras tecnologias sobre a obtenção de biocombustíveis nas pesquisas.

A análise das tendências da cadeia produtiva de diesel verde permitiu a criação de diferentes cenários, mostrando as oportunidades das diferentes rotas tecnológicas encontradas no estudo.

## REFERÊNCIAS

ABRABA, (<http://www.abraba.com.br/pt-BR/Paginas/home.aspx>), 2011.

Alencar, M. S. M.; Porter, A. L.; Antunes, A. M. S. Nanopatenting patterns in relation to product life cycle. *Technological Forecasting & Social Change*, v.74, p.1661- 1680, 2007.

Bezergianni E.; Dimitriadis A. Comparison between different types of renewable diesel, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 21, 2013.

Borschiver, S. Apostila de Curso de Pós Graduação, EQ/UFRJ, 2008.

Borschiver, S.; Silva, A.L.R. *Technology Roadmap – Planejamento Estratégico para alinhar Mercado-Produto-Tecnologia*. ISBN: 9788571933866 - 1.a Edição – 2016.

Caraher, V. The evolution of the patent information world over the next 10 Years: A Thomson Scientific perspective. *World Patent Information*, v. 30, p. 150-152, 2008

Enviro.Aero. *Beginner's Guide to Aviation Biofuels*. Edition 2, 2011.

Hamelinck C, Cuijpers M, Spoettle M, Van Den Bos A. *Biofuels for aviation*. ECOFYS Netherland, 2013.

Hilbers T. et al., *Green Diesel from Hydrotreated Vegetable Oil Process Design Study*. *Chemical Engineering Technology*, 2015.

Pizzani, L.; Silva, R. C.; Hayashi, M. C. P. I. Bases de dados e bibliometria: A presença da Educação Especial na base Medline. *Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação*, Nova Série, São Paulo, v.4, n.1, p.68-85, jan./jun. 2008.

Thushara, H.; Zahira, Y.; Narayanan, N. Aviation biofuel from renewable resources: Routes, opportunities and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2015.

Vonortas, A.; Papayannakos, N. Comparative analysis of biodiesel versus green diesel, *WIREs Energy Environment*, 2014.