

Prospecção Tecnológica da Utilização de Catalisadores Carbonáceos Ácidos na Produção de Biocombustíveis

Technological Foresight of the Use of Carbonate Acid Catalysts in Production of Biofuels

Lincoln Pinheiro de Oliveira¹

Larisse Araújo Lima²

Thiago Lara Fernandes³

Sarah Sampaio Py-Daniel⁴

Luiza Xavier da Silva Tenório⁵

Rafael Benjamin Werneburg Evaristo⁶

Grace Ferreira Ghesti⁷

Marcio Lima da Silva⁸

Resumo

O presente trabalho apresenta uma prospecção tecnológica sobre a utilização de catalisadores sólidos ácidos carbonáceos por meio de tratamento termoquímico do alcatrão (oriundo da gaseificação de biomassa) para obtenção de biocombustível líquido. A metodologia de pesquisa realizou buscas em bases de patentes e artigos, entre 2006 e 2017, a fim de observar o estado da arte. Observou-se que grande parte dos autores/inventores possuem origem chinesa (86%), com cerca de 30% do domínio dessa tecnologia. Pode-se observar um crescimento do número de artigos, o que demonstra que a tecnologia ainda não está pronta para ser transferida ao mercado produtivo, uma vez que necessita de investimentos relacionados ao para aumentar o nível de maturidade tecnológica a fim de promover o desenvolvimento tecnológico, uma vez que a pesquisa engloba 3 setores produtivos distintos.

Palavras-chave: Alcatrão. Catalisador. Biocombustível.

Abstract

The present work presents a technological foresight of processes and synthesis of solid carbonate acid catalyst by thermal cracking thermochemical treatment of tar to obtain of biofuel. The research methodology made use antecedent researches on patents and paper bases, between 2006 and 2017, with the object of observe the state of art. Was watching the biggest part of inventors working in Chinese companies, 86%, with 30% of domain of technology. It was verified that Brazil, although being a country with a big potential of production of renewable energies, there was only one patent pending and six papers, evidencing a low investment in this research. Was observe an increase in number of papers, but the number of patents obtain a lower growth, confirming that technology is not yet ready for be transferred to industry, being necessary a bigger investment for technological development.

Keywords: Tar. Catalyst. Biofuel.

Área Tecnológica: Engenharia Química; Química orgânica; Propriedade Intelectual

¹ Universidade de Brasília, UnB, CDT, Brasília, DF, Brasil.

² Universidade de Brasília, UnB, CDT, Brasília, DF, Brasil.

³ Universidade de Brasília, UnB, CDT, Brasília, DF, Brasil.

⁴ Universidade de Brasília, UnB, CDT, Brasília, DF, Brasil.

⁵ Universidade de Brasília, UnB, CDT, Brasília, DF, Brasil.

⁶ Universidade de Brasília, UnB, CDT, Brasília, DF, Brasil.

⁷ Universidade de Brasília, UnB, CDT, Brasília, DF, Brasil.

⁸ Universidade de Brasília, UnB, CDT, Brasília, DF, Brasil.



1 Introdução

Atualmente, a crescente demanda energética mundial impulsiona pesquisas com o objetivo de otimizar os processos de produção de energia e tratamentos de resíduos agroindustriais. A nível mundial é observado o uso crescente de tecnologias tais como gaseificação de biomassa, transesterificação (produção de biodiesel) e rotas biotecnológicas visando à integração de processos produtivos a fim de minimizar impactos ambientais por questões relacionadas à geração de resíduos.

Nesse cenário destaca-se o alcatrão, um subproduto do processo de gaseificação da biomassa, gerado em quantidades significativas, sendo responsável por proporcionar problemas técnicos em plantas industriais. Sua composição é extremamente nociva à saúde, causando irritações, alergias, dermatites em pele e mucosas, conjuntivite, lesão no sistema respiratório, sendo ainda considerada carcinogênica grupo 1 pela Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (2018) por causar cânceres de pele, pulmão e esôfago, entre outros problemas.

O alcatrão é uma mistura complexa de hidrocarbonetos condensáveis, compreendendo compostos aromáticos, de 1 a 5 anéis, mais outros hidrocarbonetos contendo oxigênio e aromáticos policíclicos (DEVI; PTASINSKI; JANSSEN, 2002; UD DIN; ZAINAL, 2018). Segundo a siderúrgica Arcelomittal (2015), através da destilação do alcatrão são derivados dois tipos de produtos, os puros, como naftaleno, e misturas complexas como os creosotos e piches.

Atualmente, produtos derivados do alcatrão são utilizados na indústria química, amplamente empregados em medicamentos (para problemas dermatológicos), asfalto de rodovias, agrotóxicos, na indústria (corantes sintéticos) e em alguns cosméticos (xampus de combate à caspa, dermatites e psoríase) (ARCELOMITTAL, 2015).

Apesar de gerar um resíduo altamente tóxico, o processo de gaseificação está sendo considerado um dos métodos mais promissores de produção de energia limpa, possuindo uma alta eficiência de conversão e geração de energia. Nesse processo, biomassa de composição heterogênea (emprega-se resíduos agroindustriais e biomassa de valor agregado) é convertida em um produto mais valioso, transformando um material carbonáceo sólido ou líquido em um gás energético, a partir da reação de oxidação parcial (DE CAPRARIIS *et al.*, 2014; OKAMURA *et al.*, 2013; REN21, 2017).

Uma forma de integrar rotas de geração de energia a fim de utilizar o subproduto da gaseificação de biomassa na indústria de biocombustíveis líquidos, é empregá-lo como catalisador na produção de biodiesel ou bioetanol. Assim como muitos países, o Brasil apresenta uma grande dependência dos derivados de petróleo, sobretudo no transporte, onde 80% do consumo de diesel está diretamente destinado ao transporte rodoviário (OLIVEIRA, 2018; SUAREZ, 2005).

Incentivado pelas Leis n. 11.097/2005, 13.033/2014 e 13.263/2016 e pelo Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), o Brasil adicionou à sua matriz energética o biodiesel, uma mistura de monoésteres de ácidos graxos, que supre o diesel fóssil em motores veiculares e estacionários, a partir do processo de transesterificação (BRASIL, 2005; BRASIL, 2014; BRASIL, 2016). Segundo a ANP (2018), o Brasil produziu em 2005 cerca de 736 m³ de biodiesel bruto, evoluindo para 3,9 milhões de m³, sendo que a capacidade nominal para a produção brasileira é de 7,4 milhões de m³, evidenciando o potencial do país na produção de biodiesel.

Segundo Okamura *et al.* (2013), uma vantagem do processo de gaseificação e transesterificação é a utilização de resíduos de outros processos para a produção de energia, como resíduos sólidos urbanos, plástico e madeira, entre outros. Quando se pesquisa gaseificação, desde 1974, foram gerados 446 proteções (patentes) e 656 artigos, sendo 13 proteções brasileiras. Esse estudo também evidencia o potencial energético brasileiro, no qual estima-se o potencial de geração de energia a partir da perspectiva de produção de resíduos oriundos do setor florestal brasileiro (extrativismo e silvicultura), considerando resíduos florestais, de processo de madeira legalizada, resíduos agroindustriais e sucroenergéticos.

Portanto, o incentivo a projetos de pesquisa voltados à geração de energias descentralizadas é importante para colaborar com os problemas da distribuição de energia, levando energia a locais mais isolados, onde a carga necessária é muito pequena para justificar a instalação de centrais de grande porte. Para suprir o déficit orçamentário no setor elétrico, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) estima que o setor elétrico seja responsável por R\$ 269 bilhões em investimentos até 2021, dos quais R\$ 213 bilhões em geração e R\$ 56 bilhões em transmissão (LUCINDA, 2015).

O objetivo do presente artigo é realizar a prospecção, em nível internacional e nacional, de tecnologias desenvolvidas na área de produção de catalisadores sólidos ácidos carbonáceos por meio de tratamento termoquímico do alcatrão, detectando as empresas e os países mais atuantes. Essa pesquisa buscou encontrar o que está sendo desenvolvido nessa indústria de grande porte, pois o tema sobre combustíveis verdes possui grande destaque no cenário energético e ecológico mundial.

2 Metodologia

A metodologia de pesquisa, adotada no presente trabalho, permitiu a análise do cenário mundial e nacional de tecnologias sobre catalisadores sólidos ácidos carbonáceos a partir do alcatrão, retirando informações obtidas em bases de patentes nacional (INPI) e internacional (ORBIT) (Questel, 2018), pesquisando também em base de artigos científicos (*Web of Science*) (Clarivate, 2018), promovendo uma metodologia de prontidão tecnológica por meio de buscas de anterioridades realizadas na plataforma de análise. A base de dados ORBIT foi selecionada devido à sua cobertura patentária, que compreende mais de 90 países, com todos os documentos traduzidos para o inglês, e por se mostrar superior no levantamento de dados a outras bases de patentes. A base de dados *Web of Science* foi escolhida devido à sua ampla gama de dados disponibilizados, tendo acesso a mais de 9.200 títulos de periódicos, possibilitando a identificação de artigos de periódicos em diversas áreas do conhecimento.

Foram realizadas buscas de anterioridades a fim de pesquisar o histórico de proteções dessa tecnologia, utilizando-se palavras-chave nos filtros “título” e “resumo”. As palavras-chave utilizadas foram as seguintes: “tar”, “acceleration”, “catalyst”, “biofuel”, “fuel”, “diesel” e “biodiesel”. Para apresentar melhor os resultados da tecnologia, foram utilizados operadores *booleanos* (*and*, *or*, *not*), truncamentos (*, \$, ?) e sinônimos das palavras-chave. O período pesquisado foi entre 2006 e 2017, pois nesse intervalo ocorreu a primeira fase de adição de biodiesel ao diesel de petróleo. No ano de 2006, o percentual era de 2%, aumentando o progressivamente, até chegar em 2017 com cerca de 7% (BRASIL, 2018). Nesse período foi verificado um aumento

significativo na produção de biodiesel nacional, passando de aproximadamente 438 mil bep para mais de 27 milhões de bep (ANP, 2018).

Foi realizada a análise de maturidade tecnologia com o TRL (*Technology Readiness Level*), definido pela NASA como um tipo de sistema de avaliação usado para verificar a maturidade tecnológica de uma tecnologia particular, onde o projeto tecnológico tem os seus parâmetros avaliados e, a partir de uma análise de dados, a tecnologia é adequada em um nível, que varia de 1 a 9, onde tecnologias com nível 1 estão em estudos iniciais e, no nível 9, a tecnologia já está totalmente consolidada em produção e comercialização (NASA, 2018).

3 Resultados e Discussão

Inicialmente, foram realizadas buscas de anterioridade entre 2006 e 2017, com a finalidade de monitorar a produção tecnológica de catalisadores sólidos ácidos carbonáceos obtidos a partir do alcatrão, com ênfase na sua utilização para a produção de combustíveis. Em meio às várias alternativas de combinações examinadas, a Tabela 1 apresenta a *string* ((*accelerat* or cataly**) and (*biofuel or fuel or diesel or biodiesel*) and *tar*), que revela resultados satisfatórios, exibindo uma quantidade de documentos relevantes e uma ótima qualidade para o restante da pesquisa. A combinação apresentou 390 proteções e 627 artigos científicos por todo o mundo, após a aplicação das ferramentas de busca e refino (uso de operadores *booleanos*, combinação de sinônimos e truncamento das palavras-chave).

Tabela 1 – Resultados da busca de anterioridade, por combinações de palavras-chave entre 2006 e 2017

COMBINAÇÕES DE PALAVRAS-CHAVE	N. DE PROTEÇÕES	N. DE ARTIGOS
((<i>cataly*</i> and <i>fuel</i>))	21.090	52.059
((<i>accelerat* or cataly*</i>) and (<i>fuel</i>))	27.548	57.322
((<i>accelerat* or cataly*</i>) and (<i>fuel</i>) and <i>tar</i>)	286	589
((<i>accelerat* or cataly*</i>) and (<i>biofuel or fuel</i>) and <i>tar</i>)	288	609
((<i>accelerat* or cataly*</i>) and (<i>biofuel or fuel or diesel</i>) and <i>tar</i>)	389	609
((<i>accelerat* or cataly*</i>) and (<i>biofuel or fuel or diesel or biodiesel</i>) and <i>tar</i>)	390	627

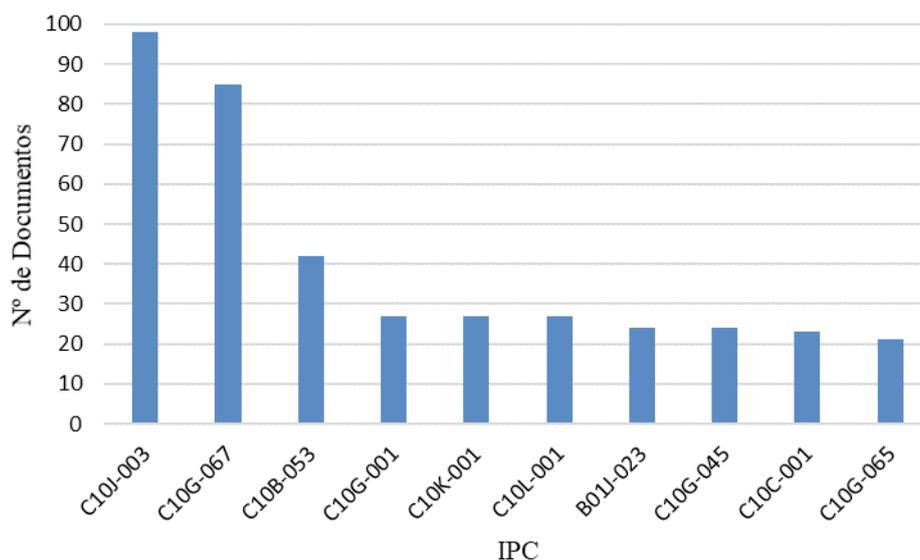
Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2018)

A partir do resultado do número de documentos encontrados, foi possível realizar estudos que contribuíssem para um melhor entendimento da utilização do alcatrão como catalisador para produção de combustíveis. Foram realizadas análises de identificação das principais IPC's, das empresas que mais realizam proteções, dos principais países de prioridade, da distribuição entre empresas, universidades e inventores independentes, da evolução anual do número de

proteções, da situação legal atual das proteções e da distribuição das patentes concedidas em função dos principais países de prioridade. Diante dos resultados, foi observada uma predominância de artigos em detrimento a documentos patentários, o que indica imaturidade tecnológica. Ou seja, resultados de pesquisas laboratoriais estão sendo publicados, o que não indica, todavia, baixa maturidade tecnológica e que a tecnologia não está pronta para ser incorporada a um processo produtivo.

A Figura 1 apresenta um gráfico com o número de proteções em função da Classificação Internacional de Patentes (IPC), entre 2006 e 2017, obtendo um total de 398 para os 10 principais grupos. Percebe-se que a classificação C10J-003 participou com mais de 98 proteções. Ela se encontra na seção responsável por química e metalurgia, na produção de gases contendo CO e H₂, assim como quase todas as classificações para essa tecnologia: aproximadamente 94% se encontram na mesma seção, enquanto o restante se concentra na seção operações de processamento e transporte.

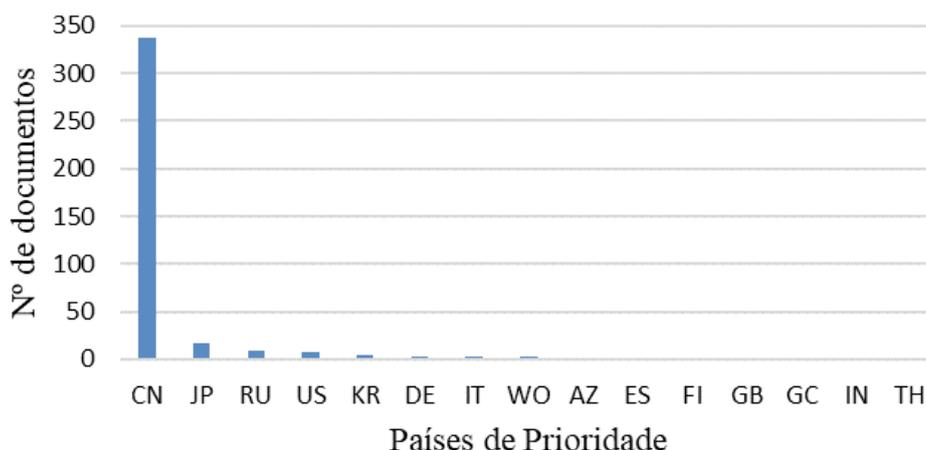
Figura 1 – Número de publicações em função da Classificação Internacional de Patentes (IPC) para os 10 principais grupos, entre 2006 e 2017



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2018)

Em seguida, são apresentados os principais países de prioridade entre 2006 e 2017 (Figura 2), revelando-se a China como o país que mais apresenta resultados para essa tecnologia desde 2006, contabilizando 337 patentes, seguida por Japão com 17 e Rússia com 9, demonstrando uma discrepância muito grande entre os três principais países de prioridade, o que pode ser interpretado como uma consolidação das fortes políticas de incentivo e de valorização da propriedade industrial da China.

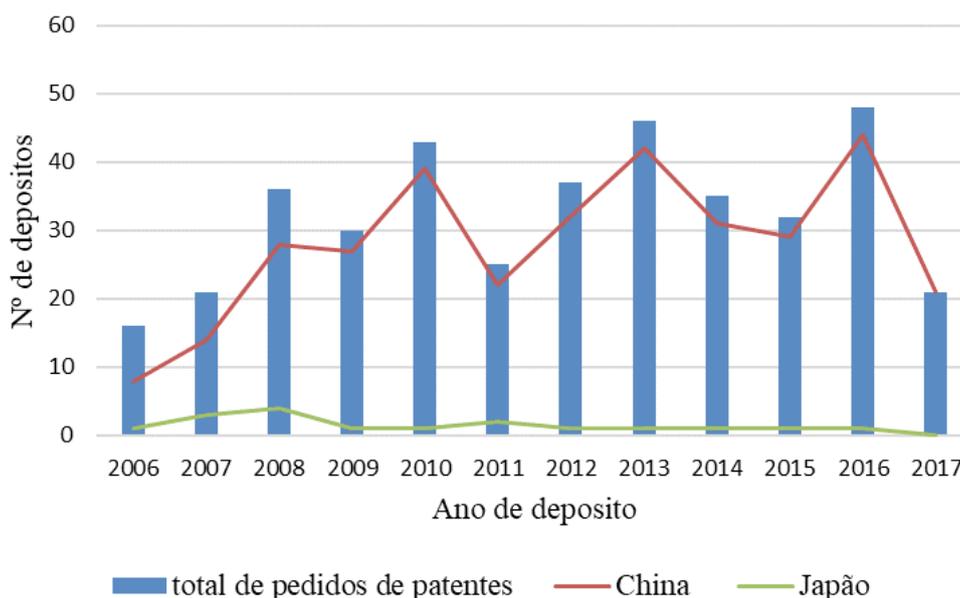
Figura 2 – Principais países de prioridade entre 2006 e 2017



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2018)

A Figura 3 apresenta um gráfico com o desenvolvimento da proteção desse tipo de tecnologia por ano, com destaque para os países que mais protegem. A China se destaca em vermelho e o Japão em verde. Percebe-se que no ano de 2017 a China foi responsável por 100% das proteções. A predominância dos países asiáticos demonstra a sua preocupação e incentivos por meio de políticas públicas para que se desenvolvam tecnologias relacionadas à geração de energia limpa a partir de resíduos.

Figura 3 – Evolução anual dos depósitos, entre 2006 e 2017, destacando as proteções realizadas anualmente na China e Japão

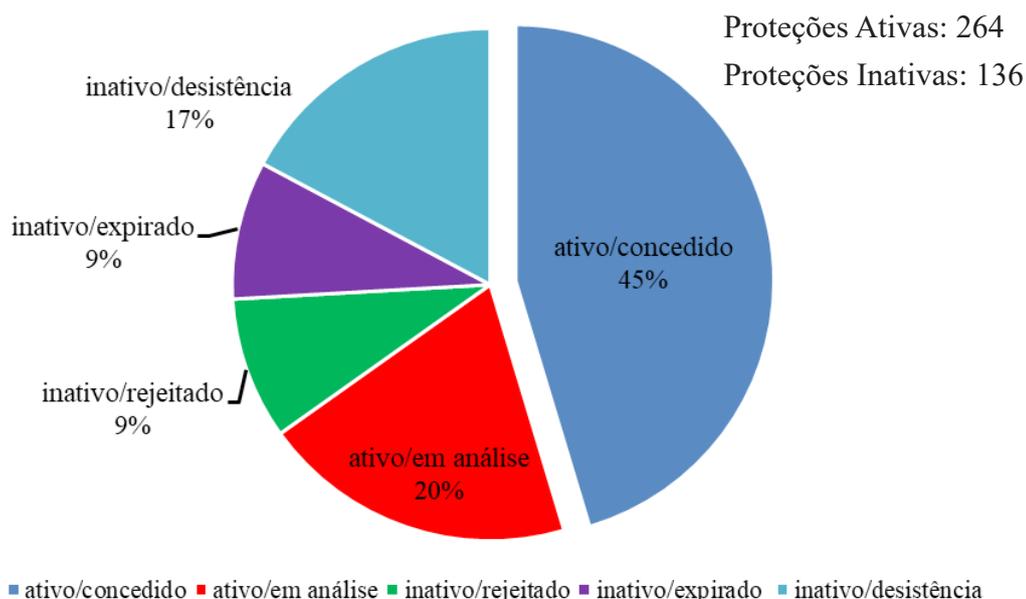


Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2018)

A situação atual das proteções também foi estudada (Figura 4), sendo classificadas em ativo/em análise, inativo/rejeitado, inativo/desistência, inativo/expirado e ativo/concedido. Percebeu-se que 65% das proteções das tecnologias que envolvem alcatrão como catalisador para produção de combustível estão ativas, em contraste com 45% das proteções restantes, que já tiveram a sua proteção expirada.

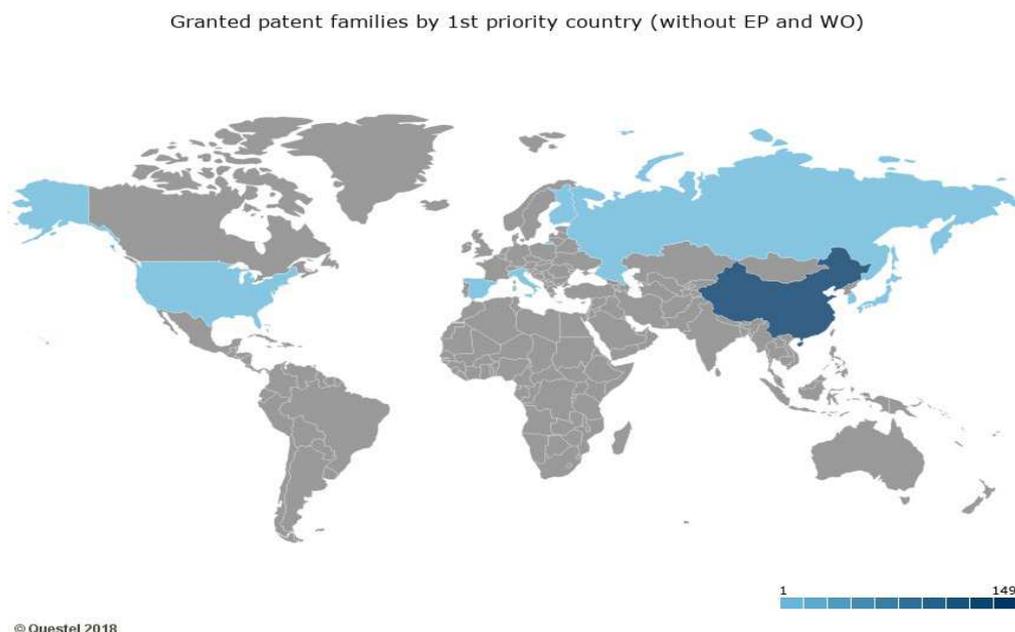
Grande parte das proteções encontradas já foram “concedidas”: aproximadamente 45%, representando 177 proteções. O restante das proteções ativas, 20%, foi classificado como “em análise”. As proteções inativas se dividiram em: 9% para “rejeitado”, 9% para “expirado” e 17% para “desistência”. Observando apenas as concessões, a China novamente se destaca com 149, como mostrado na Figura 5, apresentando um índice de 44% de pedidos convertidos em concessões, seguida de Japão e Estados Unidos, possuindo 7 e 6 concessões, com um índice de pedidos convertidos em concessões de 41% e 75%, respectivamente.

Figura 4 – Situação legal atual dos documentos depositados, entre 2006 e 2017



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2018)

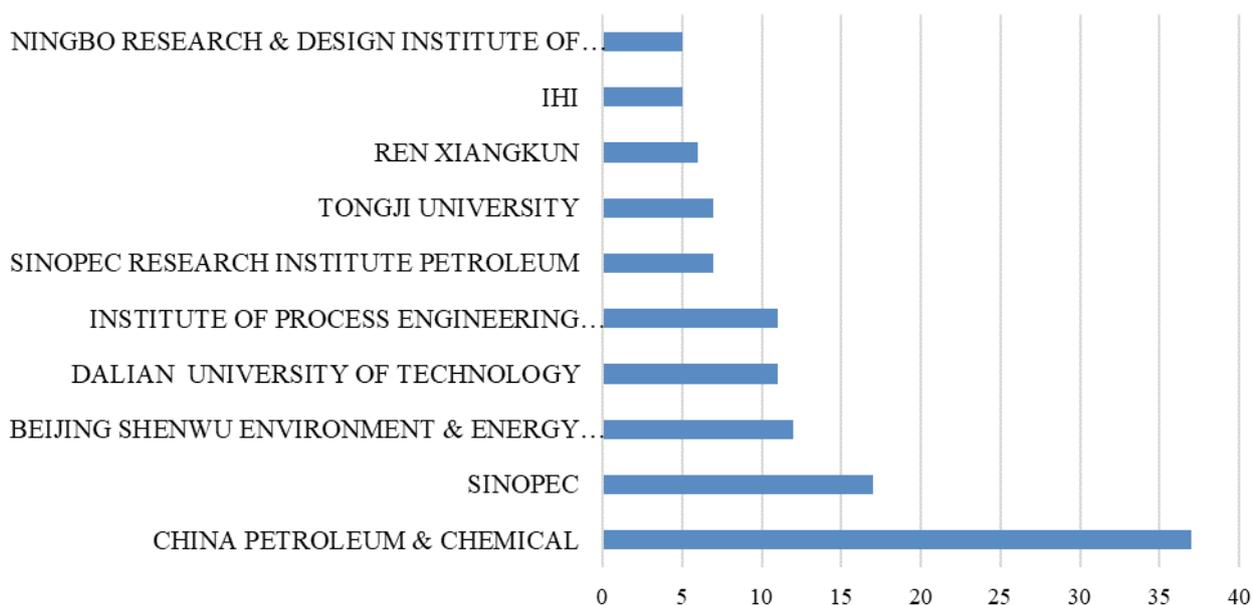
Figura 5 – Mapa da distribuição dos pedidos de patente concedidos, em função dos principais países de prioridade, entre 2006 e 2017



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2018)

A Figura 6 informa os 10 maiores titulares para a tecnologia estudada. Percebe-se uma concentração dos pedidos de patentes por parte do setor produtivo, onde os 5 maiores titulares são empresas, seguidas por 3 universidades e 2 centros de pesquisa. Com foco nos chineses, observa-se um investimento maior no setor empresarial.

Figura 6 – Principais depositantes



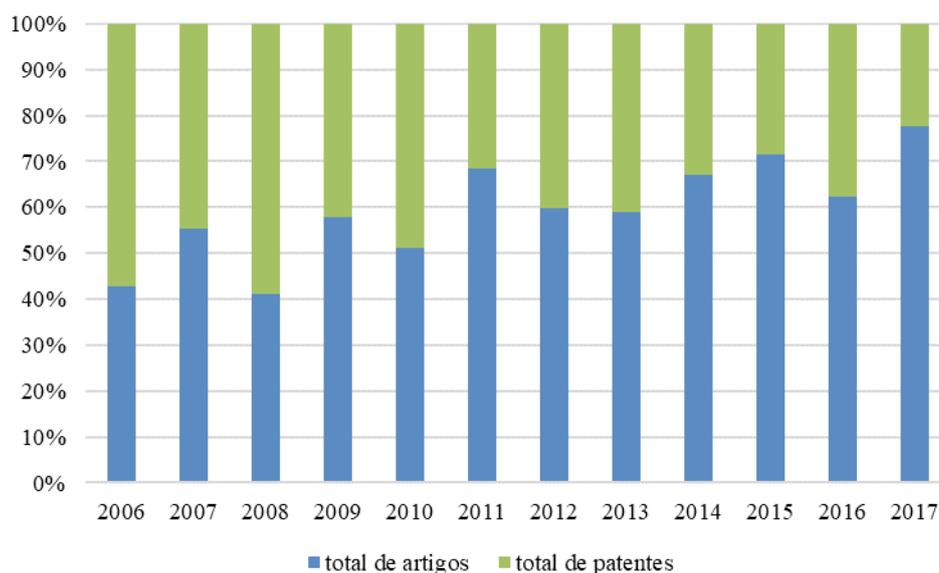
Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2018)

Assim, pode-se comprovar que a China possui um incentivo à pesquisa nesse período. Entre 1990 e 2009 a China experimentou um rápido processo de crescimento industrial, aumentando a capacidade de oferta de setores estratégicos (MASIERO; COELHO, 2014). Principalmente a partir de 2002, os chineses passaram a experimentar um maciço investimento para promover a internacionalização das suas empresas, desde mecanismos de financiamento até a facilitação do processo administrativo para a realização de investimentos diretos no exterior (LEÃO; NOZAKI; SOUZA, 2011).

Para uma melhor compreensão do estágio de desenvolvimento em que a tecnologia se encontra, foi realizada uma busca de artigos científicos na base de dados *Web of Science*, e comparada com a busca de documentos patentários. Novamente, o país que se destacou na produção de artigos foi a China, gerando 181, seguida do Japão com 68, Estados Unidos com 60, Itália com 40 e Suécia com 38, com o grande foco na área de engenharia química, segundo a própria base. O Brasil apareceu com seis artigos, publicados todos entre 2014 e 2016, indicando que a pesquisa aqui ainda é recente e que necessita de mais investimentos para acompanhar os países de ponta.

Observando a relação entre patentes e artigos científicos (Figura 7), nota-se que até o ano de 2008 a quantidade de proteções é maior do que a de artigos, porém desde 2009, o desenvolvimento da tecnologia ainda se encontra em escala de bancada, produzindo mais artigos do que proteções, tornando parte do conhecimento de domínio público. A queda em 2017 da relação entre patentes e artigos é justificada pelo sigilo das patentes aos 18 meses após sua data de depósito, enquanto os artigos já se encontram publicados nesse período.

Figura 7 – Número de artigos *versus* patentes



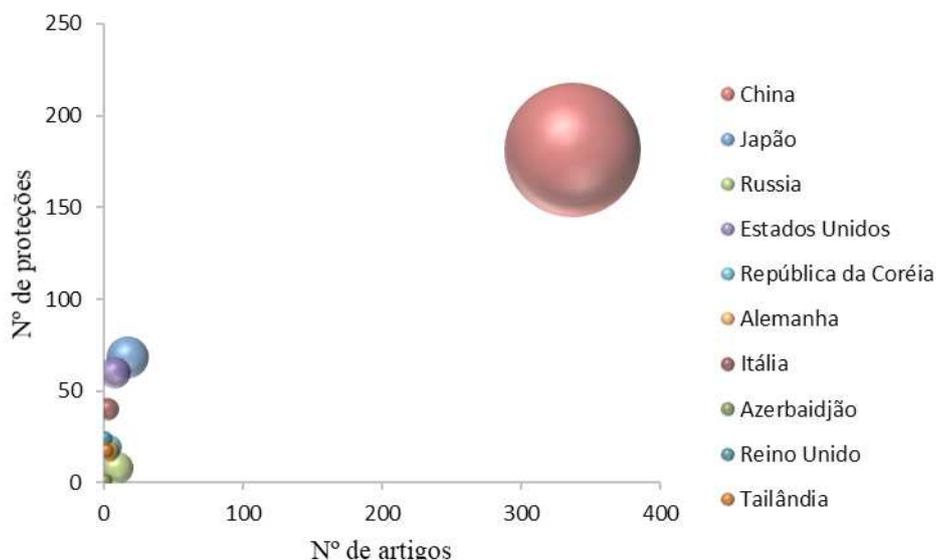
Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2018)

Diante do exposto, a tecnologia pode ser classificada com TRL nível 4-5, no qual os mapeamentos patentários permitem observar a localização das empresas titulares das proteções, onde a tecnologia está em escala de bancada, sendo possível identificar quais os mercados potenciais de cada tecnologia, indicando em quais países a tecnologia está sendo protegida e quais os países escolhidos pelo *Patent Cooperation Treaty* (PCT) (QUINTELLA, 2013).

Com esse mapeamento, o destaque chinês fica evidente quando se pesquisa sobre o Programa Nacional de Médio e Longo Prazo para o desenvolvimento da Ciência e Tecnologia, criado em 2006, o qual apresenta a preocupação em inovar, tendo uma meta de ser, até 2020, líder mundial em ciência e tecnologia. Na última década, a economia chinesa cresceu a uma média anual de 10% enquanto a evolução da área de Ciência e Tecnologia (C&T) alcançou uma média de 20% ao ano (DiCYT, 2018).

Ainda, segundo Dicyt, antes mesmo de superar o Japão como a segunda maior economia do mundo, em 2010, a China já havia alcançado o segundo lugar em número de artigos publicados em revistas científicas. Assim, em pouco tempo a China chegou ao quarto lugar em número de pedidos de patentes no âmbito de tratado de Cooperação de Patentes, da Organização Mundial de Propriedade Intelectual.

Ao relacionar o impacto que as patentes possuem, percebe-se, através de um gráfico de bolhas (Figura 8), a relação das proteções para todos os documentos que envolvem essa tecnologia. O gráfico apresenta a dispersão da produção de artigos e patentes por país, mostrando o grau de domínio da tecnologia (patentes) em função do conhecimento científico (artigos). Percebe-se que alguns países se destacam – e novamente fica evidente o domínio chinês, onde os asiáticos ficam isolados com números de artigos e patentes – enquanto todos os demais se encontram com valores menores de números de patentes e artigos.

Figura 8 – Domínio tecnológico dos países

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2018)

Os resultados chineses tornam-se ainda mais interessantes quando é estudada a sua matriz energética. Sabe-se que o carvão mineral é a fonte energética mais utilizada na China: durante o período de 2000 até 2015, evoluiu de 58% para 63%, tendo uma participação na expansão mundial da demanda energética de cerca de 86%. Porém, o país pretende investir cada vez mais em energias renováveis e diminuir o consumo primário de carvão mineral. Apenas entre 2014 e 2015 a China liderou os investimentos em biocombustíveis, aumentando o investimento em 17%, cerca de 103 bilhões de dólares (Conselho Empresarial Brasil-China, 2017).

O Brasil, por apresentar resultado muito abaixo dos demais países, não foi incluído no gráfico, apresentando uma carência nessa tecnologia. Como forma de incentivar o desenvolvimento em pesquisa nacional, foi aprovado no dia 16/05/2018 um projeto de Lei de Conversão (PLV) n. 6/2018, decorrente da Medida Provisória (MP) n. 810/2017, que autoriza empresas de tecnologia da informação e da comunicação a investir em atividade de pesquisa, desenvolvimento e inovação como contrapartida para recebimento de isenções tributárias. Infelizmente, não é a área de atuação da tecnologia, por ser uma tecnologia química, porém mostra uma preocupação do governo em incentivar o desenvolvimento.

4 Considerações Finais

A busca de anterioridade realizada na base de dados ORBIT para tecnologias voltadas à utilização do alcatrão como catalisador para produção de combustíveis, entre 2006 e 2017, retornou 390 documentos, para artigos científicos; e na base de dados *Web of Science* retornou 627 resultados. Pode-se observar uma evolução do número de artigos, porém o número de patentes ainda é menos expressivo, demonstrando que a tecnologia não está pronta para ser transferida ao mercado industrial.

O estudo desses resultados evidenciou o incentivo da China nessa área da tecnologia, pois cerca de 86% das proteções possuem origem chinesa, seguida por Japão e Rússia. O grande

número de proteções da China se deve ao forte incentivo em Ciência, Tecnologia e Inovação, promovido pela política do estado chinês, sendo que grande parte das proteções mundiais é realizada por empresas, centros de pesquisa e universidades chinesas, que obtêm cerca de 30% do domínio tecnológico.

Quanto à situação legal atual das proteções das tecnologias, observou-se que 65% das proteções ainda estão vigentes, com a grande maioria das proteções na situação ativo/concedido (45,4%), também havendo documentos em análise (19,7%), rejeitados (9%), expirados (8,7%) e desistentes (17,2%).

Observando os principais depositantes, nota-se que grande parte do desenvolvimento nesta área é realizado por empresas: dentre os 10 principais inventores, cinco são empresas com mais patentes concedidas, indicando o potencial de comercialização futura.

Com os dados analisados neste estudo, nota-se que a produção tecnológica brasileira não é suficiente para colocá-la entre os líderes mundiais deste segmento, necessitando de mais investimento, principalmente nas Instituições de Pesquisa Científica e Tecnológica, para que essa tecnologia possa atingir um nível de maturidade suficiente para ser transferida à indústria. Porém, o cenário é bastante promissor diante da quantidade de biomassa gerada e seu emprego para a geração de energia.

Referências

AGENCIA DE NOTÍCIAS PARA A DIFUSÃO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - DICYT. **Indicadores chineses de C&T crescem em ritmo mais acelerado que a economia**. Espanha: Salamanca, 2018. Disponível em: <<http://www.dicyt.com/viewNews.php?newsId=25016>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE PESQUISA EM CÂNCER - IARC. France: Lyon, [S.d.]. Disponível em: <<https://www.iarc.fr/>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Fórum**: Os desafios da transmissão Brasília, 2018. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/desafios-da-transmissao>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS - ANP. **ANP publica dados consolidados do setor de petróleo, gás natural e biocombustíveis em 2017**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos>>, Acesso em: 30 jul. 2018.

ARCELOMITTAL. **Alcatrão de hulha**. Serra, 2015. Disponível em: <<http://tubarao.arcelormittal.com/produtos/coprodutos/alcatrao-hulha/index.asp>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

ATADASHI, I. M. *et al.* Membrane biodiesel production and refining technology: A critical review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 9, p. 5.051–5.062, 29 set. 2011.

BITENCOURT, R. Eletrobras terá que investir R\$ 14 bi ao ano para manter mercado. **Valor Econômico**, São Paulo, 20 mar. 2018. Empresas. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/empresas/5412211/eletrobras-tera-que-investir-r-14-bi-ao-ano-para-manter-mercado>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

BRASIL. Decreto-lei n. 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis n. 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 jan. 2005. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111097.htm> Acesso em: 13 jun. 2018.

_____. Decreto-lei n. 13.033, de 24 de setembro de 2014. Dispõe sobre a adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel comercializado com o consumidor final; altera as Leis n. 9.478, de 6 de agosto de 1997, e 8.723, de 28 de outubro de 1993; revoga dispositivos da Lei n. 11.097, de 13 de janeiro de 2005; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 25 set. 2014. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/113033.htm> Acesso em: 13 jun. 2018.

_____. Decreto-lei n. 13.263, de 23 de março de 2016. Altera a Lei n. 13.033, de 24 de setembro de 2014, para dispor sobre os percentuais de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado no território nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 24 mar. 2016. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/L13263.htm> Acesso em: 13 jun. 2018.

CLARIVATE. United States: Philadelphia, 2018. Disponível em: <<https://clarivate.com/>> . Acesso em: 20 jun. 2018.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASIL-CHINA - CEBC. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em <http://www.cebc.org.br/sites/default/files/cartabrasilchina_ed18_.pdf> . Acesso em: 30 jul. 2018.

DE CAPRARIIS, B. *et al.* Biomass gasification and tar reforming in a two-stage reactor. **Energy Procedia**, v. 61, p. 1.071–1.074, 10 nov. 2014.

DEVI, L.; PTASINSKI, K. J.; JANSSEN, F. J. J. G. A review of the primary measures for tar elimination in biomass gasification processes. **Biomass and Bioenergy**, v. 24, n. 2, p. 125–140, 15 jul. 2002.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL - INPI. Rio de Janeiro, [S.d.] Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

LEAL, M. R. L. V. O potencial de aproveitamento da energia da biomassa. **Inovação Uniemp**, Campinas, v. 1, n. 3, p. 40–41, 2005.

LEÃO, R. P. F.; NOZAKI, W. V.; SOUZA, L. S. DE. Internacionalização de empresas. In: Acioly, L. (Org). **Internacionalização de Empresas - experiências internacionais selecionadas**. Brasília: IPEA, 2011. p.137-166.

LUCINDA, Felipe Silva. **Descentralização da oferta de energia diante a crise energética brasileira**. Brasília, DF. 2015. (Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, 2015)

MASIERO, G.; COELHO, D. B. A política industrial chinesa como determinante de sua estratégia going global. **Revista de Economia Política**, v. 34, n. 1, p. 139–157, 13 mar. 2014.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION – NASA. **Technology Readiness Level**. United States: Washington, 2018. Disponível em: <https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/txt_accordion1.html> . Acesso em: 18 jun. 2018.

OKAMURA, L. *et al.* Obtenção sustentável de gás de síntese: prospecção das tecnologias disponíveis baseada em patentes e artigos. **Caderno de Prospecção**, v. 6, n. 1, p. 27–35, 04 jan. 2013.

OLIVEIRA, Lincoln Pinheiro. **Estudo de oleaginosas alternativas para a produção de biodiesel e bio-óleo**. Brasília, DF, 2018. (Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, 2018)

QUESTEL. France: Paris, [S.d]. Disponível em: <<https://www.questel.com/>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

QUINTELLA, Cristina M. A revista cadernos de prospecção e os níveis de maturidade de Tecnologias (TRL). **Caderno de Prospecção**, v. 10, n. 1, p. 1, 2013.

REN21. **Renewables 2017**: global status report. 2017. 301 f. Relatório de Pesquisa Científica - Ministério Federal Alemão Cooperação e Desenvolvimento Econômico (BMZ), Ministério Federal Alemão para Assuntos Econômicos e Energia (BMWi), Ambiente da ONU, Banco de Desenvolvimento Interamericano (BID). Paris, 2017. Disponível em: <http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2018.

SILVA, M. L. da *et al.* Prospecção tecnológica de processos e equipamentos para reabilitação fisioterapêutica. **Caderno de Prospecção**, v. 10, n. 3, p. 541–551, 05 set. 2017.

SUAREZ, P. **Energia para o Mercosul**: Edição 2004 do Prêmio MERCOSUL de Ciência e Tecnologia, Brasília: Unesco, 2005.

UD DIN, Z.; ZAINAL, Z. A. Tar reduction mechanism via compression of producer gas. **Journal of Cleaner Production**, v. 184, p. 1–11, 19 fev. 2018.

Sobre os autores

Lincoln Pinheiro Oliveira

E-mail: pinheiro.lincoln@hotmail.com

Engenheiro químico (UFVJM). Mestre em Tecnologias Química e Biológica (UnB). Atua em pesquisas de craqueamento térmico e transesterificação de novas oleaginosas no Laboratório de Materiais e Combustíveis da UnB. Atua em projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação geridos pelo Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília - CDT/UnB, com ênfase em Proteção Intelectual no Núcleo de Propriedade Intelectual.

Larisse Araújo Lima

E-mail: larisrealima@gmail.com

Graduada em Química (2009). Mestre em Ciências de Materiais Estruturados (2013). Atua há mais de sete anos em projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação geridos pelo Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília (CDT/UnB). Possui experiência na execução e acompanhamento do Projeto ˝ Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT˝, como mediadora na elaboração de produtos de informações tecnológicas. Atualmente, desempenha a função de redatora de patentes na área química e biotecnológica das demandas oriundas da UnB.

Thiago Lara Fernandes

E-mail: thiagolarafernandes@hotmail.com

Graduado em Química, pela Universidade Católica de Brasília (2015). Possui interesse nas áreas de Química Inorgânica, mais especificamente na parte de complexos metálicos e Propriedade Intelectual. Obteve experiência em Propriedade Industrial, com ênfase na pesquisa, elaboração e acompanhamento de patentes e outros ativos intangíveis de química e bioquímica da Universidade de Brasília (UnB) por meio do CDT/UnB.

Sarah Sampaio Py-Daniel

E-mail: sarahpydaniel@gmail.com

Graduada em Ciências Biológicas com ênfase em Biodiversidade e Conservação (2013). Mestre em Ecologia (2017). Durante a carreira acadêmica, vem trabalhando com organismos aquáticos perpassando entre os enfoques de taxonomia, ecologia de comunidades e ecologia de ecossistemas. Participou do Programa de Educação Tutorial/UFAM e atuou em projetos de ensino, pesquisa e extensão. Possui experiência no assessoramento tecnológico a micro e pequenos empresários através do Projeto - Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT). Atualmente, atua em projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação na área de Proteção Tecnológica geridos pelo Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília - CDT/UnB.

Luiza Xavier da Silva Tenório

E-mail: luiza.xavier.st@gmail.com

Graduada em Ciências Biológicas e Mestre em Zoologia pela Universidade de Brasília (UnB). Possui interesse nas áreas de Zoologia, Comportamento Animal e Propriedade Intelectual. Obteve experiência tanto em Zoologia e Educação Ambiental, com ênfase em Ecologia e Conservação, quanto em Propriedade Industrial, com ênfase na pesquisa, elaboração e acompanhamento de patentes e outros ativos intangíveis de biotecnologia da UnB. Atua como pesquisadora no Centro Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília (CDT/UnB) desde 2015.

Rafael Benjamin Werneburg Evaristo

E-mail: rafael.werneburg@gmail.com

Bacharel em Química Tecnológica pela Universidade de Brasília (2017). Mestre em Química pela Universidade de Brasília (2018). Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Química (2018), no Laboratório de Bioprocessos Cervejeiros e Catálise Aplicada à Energias Renováveis (LaBCCERva) - IQ/UnB. Atua no desenvolvimento de catalisadores derivados de compostos orgânicos naturais para a produção de biodiesel, subprodutos do processo de gaseificação de biomassa, processos termoquímicos, conversão de biomassa, resíduos agroindustriais e resíduos da indústria cervejeira.

Grace Ferreira Ghesti

E-mail: ghesti.grace@gmail.com

Bacharel em Química pela Universidade de Brasília (2004). Mestra em Química pela Universidade de Brasília (2006). Mestra pelo Programa de Mestrado Profissionalizante em Certified Brewmaster Course Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin, VLB, Alemanha (2008). Doutora em Química pela Universidade de Brasília (2009). Professora no Programa de Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação - PROFNIT. Professora Associada I do Instituto de Química da Universidade de Brasília.

Marcio Lima da Silva

E-mail: dasilva.marciolima@gmail.com

Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade de Brasília (2010). Doutor em Mecânica dos Fluidos, Energética e Processos pela Universidade de Rhones-Alpes, França (2014). Professor no Programa de Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação - PROFNIT.