

CLEAN ALTERNATIVE ENERGIES: A TECHNO-ECONOMIC STUDY OF MICROALGAE BIOFUEL**ENERGIAS ALTERNATIVAS LIMPAS: UM ESTUDO TECNOECONÔMICO DO BIOCOMBUSTÍVEL DE MICROALGAS**

Susana Garcia Sabino¹; Diogo de Queiroz Negreiros Campos²; Daniela Vanessa da Silva Chaves Santos³; Lenise Souza Cardoso Andrade⁴; Heloysa Helena Nunes de Oliveira⁵; Zulmara Virgínia de Carvalho⁶

¹Bacharelado em Ciências e Tecnologia - Escola de Ciências e Tecnologia

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Natal/RN – Brasil - susanasabino2@gmail.com

²Bacharelado em Ciências e Tecnologia - Escola de Ciências e Tecnologia

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Natal/RN – Brasil - diogoncampos@hotmail.com

³Bacharelado em Ciências e Tecnologia - Escola de Ciências e Tecnologia

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Natal/RN – Brasil - danielachaves@ufrn.edu.br

⁴Bacharelado em Engenharia de Petróleo - Centro de Tecnologia

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Natal/RN – Brasil - lenise.andrade@live.com

⁵Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação – PPgCTI

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Natal/RN – Brasil - heloysooliveira@ufrn.edu.br

⁶Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação – PPgCTI

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Natal/RN – Brasil - zulmara.carvalho@ufrn.br

Resumo

Biocombustíveis têm se tornado cada vez mais relevantes em um contexto mundial de preocupação com as mudanças climáticas. O presente trabalho tem como objetivo analisar o cenário científico-mercadológico de uma nova tecnologia para sua produção, a partir de microalgas. Nessa direção, foram realizados estudos prospectivos em grupos de pesquisas e em repositórios de patentes, bem como foram analisadas a trajetória histórica dos biocombustíveis e as tendências na área. A análise da cenarização tecnoeconômica do setor evidencia o potencial inovador de soluções centradas em microalgas.

Palavras-chave: biocombustível; biodiesel; microalgas.

Abstract

Biofuels have become increasingly relevant in a global context due to concern about climate change. The current study intends to analyze the scientific and market scenarios of a new technology for its production, from microalgae. Hence, prospective studies were performed on research groups and in patent repositories, as well as the historical trajectory of biofuels and trends in the area were analyzed. An analysis of the sector's techno-economic scenario points out the innovative potential of solutions centered on microalgae.

Key-words: biofuel; biodiesel; microalgae.

1 Introdução

Desde o advento da I Revolução Industrial, vem-se utilizando combustíveis de origem fóssil para a geração de energia, como carvão mineral e, posteriormente, derivados do petróleo. No século XX, começou a surgir uma considerável busca por alternativas aos combustíveis fósseis finitos, e começou a haver avanços tecnológicos em energias renováveis, como nuclear, solar, eólica e biocombustíveis, sendo estes derivados de biomassa. O álcool etílico ou etanol é o principal biocombustível mundialmente e o biodiesel também tem capacidade de ser produzido em larga escala (FARIAS e SELITTO, 2011).

Na década de 1970, os choques do petróleo que aumentaram seu preço de maneira expressiva em curto prazo evidenciaram a necessidade de alternativas energéticas para países que o importavam. Nesse contexto, a busca por biocombustíveis foi motivada, a fim de “diminuir a dependência externa de petróleo, por razões de segurança de suprimento ou impacto na balança de pagamentos” (LEITE e LEAL, 2007). Já em 1980, a comunidade científica alertou governos sobre a problemática das mudanças climáticas na Terra causadas pelo homem, a partir da queima de combustíveis fósseis e o aumento de gases de efeito estufa. Também começou a tentativa de minimizar a poluição e emissões veiculares, levando em consideração a qualidade do ar em grandes cidades. Assim, o interesse pelos biocombustíveis foi retomado. Na década de 1990 surgiram melhorias técnicas nos veículos que conseguiram diminuir suas emissões de maneira drástica em geral, mas o uso do álcool ainda era motivado (LEITE e LEAL, 2007).

Com a crescente preocupação com os impactos na ação humana no meio ambiente, a relevância dos biocombustíveis tem crescido mundialmente nas últimas décadas e espera-se que ela cresça ainda mais. A União Européia (UE) tem criado medidas que objetivam o aumento do seu uso em todo o seu território (FIGUEIRA, 2010). Os Estados Unidos têm continuamente criado ou aperfeiçoado medidas sobre o uso de biocombustíveis (BANCO DE DADOS DE COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS, 2019).

É dentro desse contexto que o presente estudo objetiva analisar o cenário científico e tecnológico dos biocombustíveis, em específico os da terceira e quarta geração, que utilizam microalgas para seu desenvolvimento, a fim de compreender seu potencial mercadológico como uma alternativa de energia limpa.

2 Metodologia

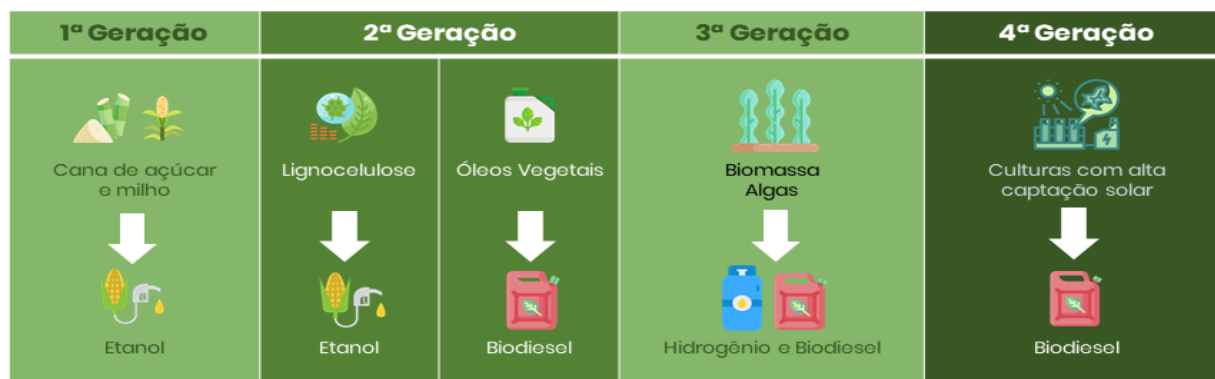
Com base no projeto de pesquisa “PRODUÇÃO DE BIOMASSA ALGÁCEA COM ALTO TEOR DE LIPÍDEOS DESTINADA À OBTENÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS NA PLANTA PILOTO DE UFRN.” de Viana, foi definido que o campo científico-tecnológico a ser estudado seria o de biocombustíveis. Foram feitas buscas na base da SciELO e Google Acadêmico para encontrar informações relevantes à pesquisa.

Também foram pesquisadas informações em órgãos reguladores e de indústria, como Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e Petrobrás. Para buscar outros projetos de pesquisa similares existentes, foram pesquisados projetos de pesquisa vigentes no site do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). É realizada uma prospecção tecnológica e de interesse nas plataformas Google Patents e Google Trends.

3 Estudo científico -tecnológico

Desde a década de 1970, existe um movimento que busca soluções alternativas ao consumo de petróleo. As justificativas para essa busca são diversas, com destaques as principais que são alternativas econômicas e eficientes aos combustíveis fósseis e as que minimizam os impactos ambientais. (LEITE e Leal, 2007). A importância deste campo científico-tecnológico, assim com o avanço e incentivos a pesquisas na área, fez com a década de 70 até a atual, o campo avançasse para 4 gerações de biocombustíveis: primeira geração que utiliza açúcares, amidos ou óleos vegetais para produção de etanol; segunda geração que utiliza biomassa lignocelulósica, incluindo resíduos agrícolas e industriais, árvores e determinadas espécies de grama para produção de etanol e biodiesel; terceira geração utiliza a produção de biomassa para produção de hidrogênio e biodiesel; e a quarta geração que produz biodiesel a partir de culturas com alta captação solar (BRANCO, 2014). Ver resumo das gerações na Figura 1.

Figura 1 – Quatro Gerações de Biocombustíveis



Fonte: Adaptado Branco (2014)

Brasil (2014) nos apresenta a importância do uso de microalgas na produção dos biocombustíveis da terceira geração, reforçando a importância e trabalho desenvolvido na área. Em seu artigo ele nos apresenta a alta capacidade produtiva de microalgas no Brasil, devido ao fato de termos um percentual significativo de reservas de água doce (12%), que torna o desenvolvimento da cultura de alto potencial. Além do investimento realizado de empresas/clientes potenciais no campo científico-tecnológico.

Levando-se em consideração a importância e as condições favoráveis para o desenvolvimento do biocombustível de terceira geração, realizamos um estudo prospectivo no campo científico-tecnológico no Brasil.

Na expectativa de compreender quem está produzindo ciência na área, a primeira busca realizada no Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil – Lattes, utilizando os termos de busca “microalgas e biocombustíveis”. Nessa pesquisa, conseguimos identificar a existência de treze grupos, ver Figura 2.

Figura 2 – Consulta Parametrizada: Microalgas e Biocombustíveis

Consulta Parametrizada		
 Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico		
INSTITUIÇÃO	GRUPO	ÁREA PREDOMINANTE
Universidade Estadual de Londrina	Biomassa e biocombustíveis	Ciências Exatas e da Terra
Universidade Federal do Rio Grande	CULTIVO DE MICROALGAS E SUAS APLICAÇÕES BIOTECNOLÓGICAS	Ciências Agrárias
Universidade do Estado de Santa Catarina	Ficologia Aplicada	Ciências Biológicas
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul	Grupo de Pesquisa Aplicado a Gestão e a Engenharia de Recursos Naturais	Engenharias
Universidade Federal de Viçosa	Grupo de pesquisa em Bioenergia a partir de Microalgas	Engenharias
Instituto Federal de São Paulo	Grupo de Pesquisa em Bioprocessos Industriais	Ciências Biológicas
Universidade do Sul de Santa Catarina	Grupo de Pesquisa em Tecnologias Limpas em Sistemas Produtivos	Engenharias
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Laboratório de Proteínas e Microrganismo Aplicados à Química	Ciências Exatas e da Terra
Universidade Federal do Paraná	Microrganismos: caracterização, produtos e processos de interesse	Ciências Biológicas
Universidade de Santa Cruz do Sul	Oleoquímica e Produção de biocombustíveis	Ciências Exatas e da Terra
Universidade de Guarulhos	Pesquisa e Desenvolvimento em Bioprocessos	Engenharias
Universidade de Pernambuco	POLICOM - GRUPO DE PESQUISA EM BIOCMBUSTÍVEIS E ENERGIA	Engenharias
Universidade de São Paulo	Qualidade, Meio Ambiente, Modelagem e Otimização de Processos,	Engenharias

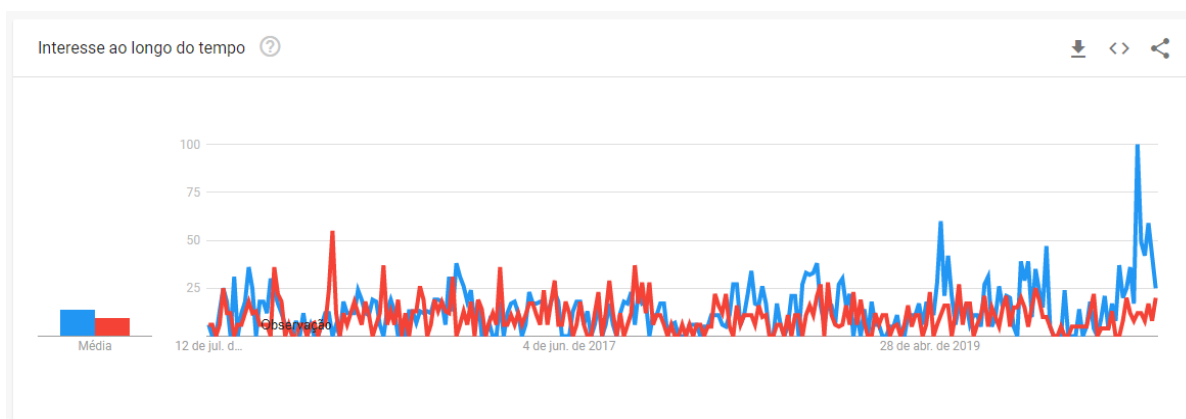
Total de registros: 13

Fonte: Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil – Lattes (CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO, 2019)

Analisando o trabalho dos grupos de pesquisas identificamos avanços significativos para área que já resultaram em patentes, parcerias estabelecidas com a EMBRAPA e Petrobras que buscam o desenvolvimento de uma tecnologia 100% endógena, ou seja, produzida totalmente no Brasil, e com alto valor agregado.

Na análise comparativa dos termos de buscas no Google Trends nos últimos 5 anos, comparando biocombustível e microalga podemos observar na Figura 3 que o interesse na busca pelos dois termos está quase sempre numa constante. E que, na Figura 4, podemos observar a importância do litoral brasileiro no cultivo das microalgas, uma vez que as pesquisas pelo termo são mais frequentes nos estados que contornam o litoral do Brasil.

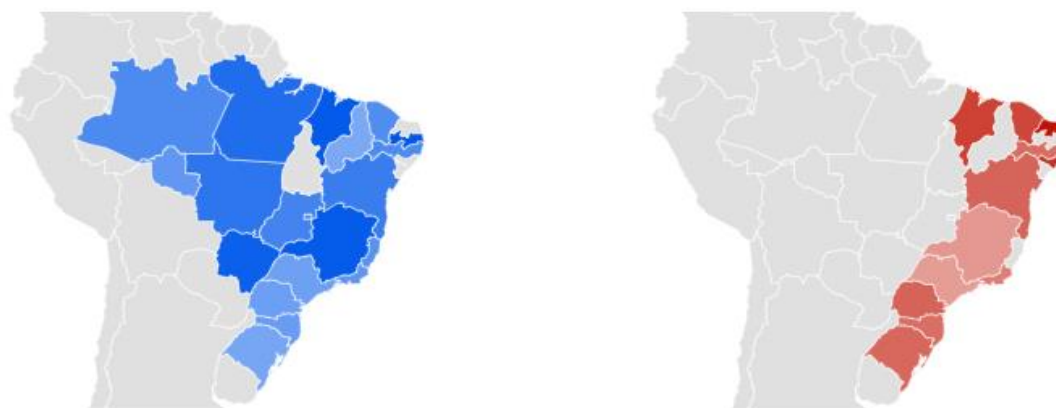
Figura 3 – Comparação de Buscas: Microalgas x Biocombustível linha do tempo



Fonte: Google Trends (2019a)

Com destaque ao estado do Rio Grande do Norte, onde a Universidade Federal do Rio Grande do Norte junto à Petrobrás desenvolvem o trabalho de pesquisa para alavancar o uso das microalgas como alternativa de biocombustível.

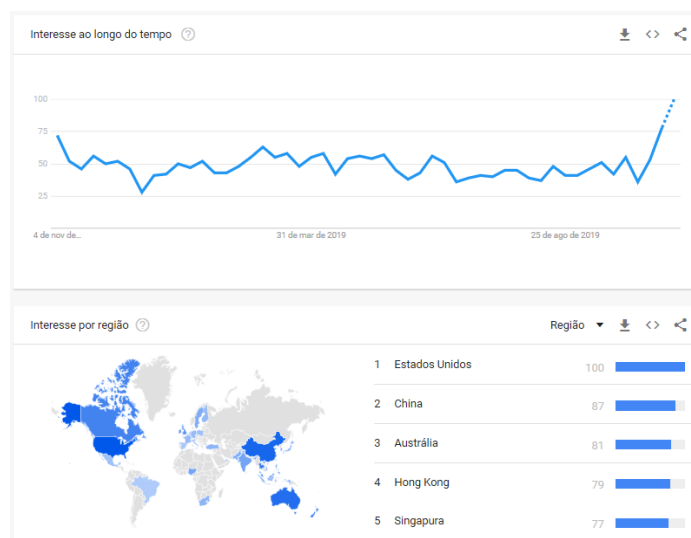
Figura 4 – Comparação de Buscas: Biocombustível (azul) x Microalgas (vermelho) por estados



Fonte: Google Trends (2019a)

No Google Trends (2019b), pode-se constatar que o interesse pela pesquisa de combustíveis oriundos de algas se manteve estável no último ano, oscilando entre 25 e 75. Os países com mais buscas são Estados Unidos e China, que também são líderes patentários na área de pesquisa, com Austrália, Hong Kong e Singapura também tendo alto interesse.

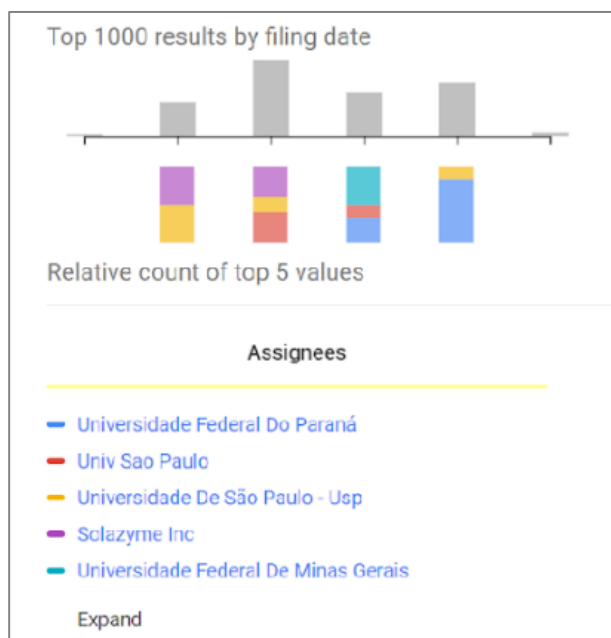
Figura 5 – Algae fuel no Google Trends



Fonte: Google Trends (2019b).

Na Prospecção Tecnológica realizada no Google Patents foi possível identificar 127 patentes brasileiras que correspondem aos termos de buscas “microalgas and biocombustível”. Com destaque ao indicador do ranking dos cinco maiores depositantes que são Universidades Brasileiras, ver Figura 6.

Figura 6: Ranking Depositantes de Patentes: “microalgas and biocombustível”.



Fonte: Google Patents (2019)

Torna-se viável, portanto, incentivar o desenvolvimento da maturação de uma tecnologia endógena que pode resultar na expansão das possibilidades de escolha da matriz energética brasileira. A longo prazo, pode-se pensar, também, em parcerias comerciais internacionais com grandes potências econômicas como Estados Unidos, que já apresenta estudos para o desenvolvimento de biomassa algácea e a China.

4 Relação Brasil e biocombustíveis

Em 2018, a capacidade instalada de processamento das usinas de biodiesel do Brasil chegou a 8,5 bilhões de litros, tendo subido 11,8% em relação ao ano anterior. Nesse ano, o consumo correspondeu a 63% da capacidade, portanto há possibilidade de crescimento da produção no país (EPE, 2019). A venda de biodiesel subiu em 2018 para 5,391 bilhões de litros, 25,3% a mais que os 4,302 bilhões do ano anterior. Já o etanol, totalizando entre anidro e hidratado, teve aumento de 16,3%, com venda de 25,563 bilhões de litros em 2017 e 29,740 bilhões em 2018 (ANP, 2019).

O comércio mundial de biodiesel concentra-se na Europa, Argentina e Estados Unidos; o Brasil ainda não tem participação relevante como produtor. Em 2016 e 2017 o Brasil importou etanol exclusivamente dos Estados Unidos. Em 2018, foi importado 1,8 bilhão de litros, mesmo valor de 2017, e foi exportado 1,7 bilhão de litros, 0,3 bilhão a mais do que em 2017 (MDIC apud EPE, 2019).

Em 2018, o mercado internacional de biocombustíveis foi caracterizado por apoio a políticas de incentivo à eficiência energética e pela promoção de fontes de energias mais avançadas com comercialização de modestos volumes. Brasil e Estados Unidos foram os principais participantes desse mercado, com 85% da produção e comercialização (RFA apud EPE, 2019).

Os Estados Unidos, tendo como líder isolada a empresa AMD, tiveram uma produção de 61 bilhões de litros de etanol em 2018, com 54 bilhões indo para o mercado interno. A demanda manteve-se estável em relação ao ano anterior (EIA apud EPE, 2019). O excedente do etanol é direcionado ao mercado externo. Desde 2014, os EUA são o maior exportador de etanol do mundo. Em 2018, sua exportação chegou ao recorde de 6 bilhões de litros, indo principalmente para o Brasil e Canadá. (EPE, 2019). No Brasil, as empresas Copersucar, Odebrecht Agroindustrial e Raízen se destacam como maiores produtoras nacionais do biocombustível.

Os biocombustíveis avançados, de segunda geração, têm dificuldade de estabelecer produção a nível comercial. Devido a isso, a Environment Protection Agency (EPA) diminuiu as metas estabelecidos para esta parcela de biocombustível (EPE, 2019).

5 Estratégia da ciência aos negócios tecnológicos - Estudo de caso da UFRN

De acordo com Velho et al. (2017), o nível 6 de maturidade tecnológica é definido como um “modelo representativo ou sistema do protótipo testado em um ambiente laboratorial de alta fidelidade ou ambiente operacional simulado, que pode ser real”. A pesquisa “Produção de biomassa algácea com alto teor de lipídeos destinada à obtenção de biocombustíveis na Planta Piloto de UFRN” de Viana (2017) encontra-se nesse estágio, pois uma planta piloto é um ambiente operacional simulado próximo ao real, porém não chega a estar “próximo ou na escala do sistema operacional planejado”, o que é necessário para o estágio 7. Nela atualmente é produzida biomassa a partir de microalgas, para a síntese de biodiesel em universidades parceiras. A pesquisa atual, baseando-se em resultados obtidos desde 2012 quando a planta piloto foi inaugurada, tem como objetivo aprimorar a produção de microalgas, aumentando a produção, automatizando-a quando possível e diminuindo custos (VIANA, 2017). Dessa forma, fica claro que as validações de conceito em laboratório que caracterizam níveis de maturidade tecnológica mais baixos já foram superadas.

As pesquisas e tecnologias desenvolvidas nessa área podem se tornar inovações e chegar ao mercado de diversas formas. Licenciamentos podem ser realizados pelas instituições, permitindo o uso de suas tecnologias para a exploração comercial. Também podem ser feitas cessões, que são de facto a venda da tecnologia para a exploração de terceiros. Porém, esses dois cenários requerem que a tecnologia em questão seja uma Propriedade Intelectual depositada ou concedida pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), que terá uma validade de 20 anos e, obrigatoriamente, deverá detalhar as técnicas utilizadas no cultivo e processamento de microalgas. Essa estratégia pode não ser vantajosa para as instituições que as desenvolveram, pois o conhecimento público sobre as técnicas desenvolvidas poderia facilitar que concorrentes desenvolvessem outras semelhantes. Além disso, por não ser um objeto físico e ser uma tecnologia muito recente, espera-se que ela esteja em aperfeiçoamento constante em curtos prazos. Dessa forma, o longo processo de registro de propriedade intelectual pode não ser benéfico.

Existe também a possibilidade de criar uma startup spin-off da pesquisa. Neste cenário, é criada uma empresa derivada da pesquisa realizada para torná-la uma inovação. Existe um alto risco relacionado às startups, que precisam de investimentos de tempo e dinheiro para conseguirem ter sucesso.

Em 2018, a UFRN em conjunto com a Universidade Federal de Viçosa e a Universidade Federal do Rio de Janeiro, que são as universidades parceiras que produzem o biodiesel a partir da biomassa algácea cultivada pela UFRN, receberam o Prêmio de Inovação Tecnológica da ANP na categoria “Resultado de projeto(s) desenvolvido(s) exclusivamente por Instituição Credenciada, em

colaboração com Empresa Petrolífera, na área temática geral ‘Transporte, Dutos, Refino, Abastecimento e Biocombustíveis’” (ANP, 2018). Fica claro então que a tecnologia desenvolvida pela UFRN é promissora.

Com o advento do RenovaBio, o país segue a tendência mundial e está se preparando para um aumento na produção e consumo de biocombustíveis. Com os créditos de descarbonização se tornando uma realidade nos próximos anos, haverá uma maior busca por biocombustíveis em geral. Dentre eles, aqueles de primeira geração dependem de solo fértil e produtos que poderiam ser destinados à alimentação. Dessa forma, a concorrência entre o uso dos produtos vegetais para alimentação ou biocombustíveis poderá levar a um aumento de preço. O biocombustível de terceira geração, foco da pesquisa da UFRN, não tem esse problema, pois ele não depende de terras ou água de alta qualidade. Ele também apresenta alta eficiência energética, pois segundo Viana (2017) “entre todos os organismos fotossintéticos e autotróficos capazes de remover CO₂ de correntes gasosas as microalgas apresentam os melhores resultados”. Dessa forma, o biocombustível de terceira geração, a longo prazo, poderá se tornar uma alternativa mais viável. O biodiesel produzido a partir de microalgas poderá ter uma fácil adesão da população sem grandes mudanças de infraestrutura ou tecnologia, já que a maioria dos carros no Brasil são flexfuel.

No contexto econômico atual do Brasil, com o desinvestimento da Petrobrás no setor de biocombustíveis (PETROBRAS, 2019), há uma janela de oportunidade para a exploração de biodiesel. A tecnologia desenvolvida na UFRN ainda não apresenta um nível de maturidade alto o suficiente para ser explorada comercialmente, porém, com a infraestrutura da planta piloto, pode-se rapidamente amadurecer a tecnologia para chegar ao nível de comercialização.

6 Considerações finais

As fontes alternativas de energia limpa têm destaque na busca da viabilização de um crescimento econômico sustentável. Podemos observar a evolução dinâmica nas gerações de biocombustíveis, assim com diversos incentivos no campo ao longo das últimas décadas, com destaque ao biocombustível de microalgas, que num esforço científico, tecnológico e inovador, tem apresentado avanços significativos para a área.

Sendo assim, com análise dos dados apresentados, pode-se concluir que levar a pesquisa “Produção de biomassa algácea com alto teor de lipídeos destinada à obtenção de biocombustíveis na Planta Piloto de UFRN” da bancada ao mercado, seria vantajosa a partir da criação de uma startup. A pesquisa, quando em estado mais avançado, poderia se beneficiar de um registro de propriedade intelectual. Embora haja riscos relacionados à criação e manutenção de uma startup, a UFRN tem

diversas incubadoras de empresas que poderiam auxiliar e dar aporte à startup. Além disso, há um crescente número de programas nacionais e estaduais de incentivo ao empreendedorismo oferecidos principalmente pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE).

7 Agradecimentos

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

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Prêmio ANP de Inovação Tecnológica 2018**. 2018. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/pesquisa-desenvolvimento-inovacao/302-premio-anp-de-inovacao-tecnologica/edicoes-antecedentes/4443-premio-anp-de-inovacao-tecnologica-2018>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Vendas de combustíveis em 2018 ficam estáveis com relação a 2017**. 2019. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/noticias/5048-vendas-de-combustiveis-em-2018-ficam-estaveis-com-relacao-a-2017>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

BANCO DE DADOS DE COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS. **Key Federal Legislation**. 2019. Disponível em: <https://afdc.energy.gov/laws/key_legislation>. Acesso em: 30 set. 2019.

BRANCO, L. G. B. Biocombustíveis: vantagens e desafios. **Revista Eletrônica de Energia**, v. 3, n. 1, 2014.

BRASIL, B. **Microalgas: a 3ª geração de biocombustíveis no Brasil**. Embrapa Agroenergia-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E), 2014.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. **Projetos de Pesquisa**. Brasil. 2019. Disponível em: <http://memoria.cnpq.br/projetos-pesquisa>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis: Ano 2018**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-402/Análise_de_Conjuntura_Ano%202018.pdf>. Acesso em 03 set. 2019.

FARIAS, L. M.; SELLITTO, M. A. Uso da energia ao longo da história: evolução e perspectivas futuras. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 12, n. 17, p. 01-106, jan./jun. 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Miguel_Sellitto/publication/327431613_Uso_da_energia_ao_longo_da_historia_evolucao_e_perspectivas_futuras/links/5b995910a6fdcc59bf8de01b/Usodaenergia-ao-longo-da-historia-evolucao-e-perspectivas-futuras.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2019.

FIGUEIRA, S. R. **Programas de Biocombustíveis na União Europeia**. FACAMP, Campinas, 2010. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/15/466.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2019.

GOOGLE TRENDS. **Microalgas, Biocombustível.** 2019a. Disponível em: <<https://trends.google.com.br/trends/explore?geo=BR&q=microalgas,biocombust%C3%ADvel>>. Acesso em: 23 out. 2019.

GOOGLE TRENDS. **Algae fuel.** 2019b. Disponível em: <<https://trends.google.com.br/trends/explore?q=%2Fm%2F03cxs1t>>. Acesso em: 23 out. 2019.

GOOGLE PATENTS. **Microalgas and biocombustível.** 2019. Disponível em: <[https://patents.google.com/?q=\(microalgas\)+\(biocombust%C3%ADvel\)&country=BR](https://patents.google.com/?q=(microalgas)+(biocombust%C3%ADvel)&country=BR)>. Acesso em: 23 out. 2019.

LEITE, R. C. C.; LEAL, M. R. L. V. O biocombustível no Brasil. Novos estudos. - **CEBRAP**, São Paulo, n. 78, p. 15-21, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002007000200003>. Acesso em 07 ago. 2019.

PETROBRAS. **Plano Estratégico.** 2019. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/quem-somos/plano-estrategico/>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

VELHO, S. R. K. et al. Nível de Maturidade Tecnológica: uma sistemática para ordenar tecnologias. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, DF, v. 22, n. 22, p.119-140, jul. 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/330170870_Nivel_de_Maturidade_Tecnologica_uma_sistemica_para_ordenar_tecnologias>. Acesso em: 25 nov. 2019.

VIANA, G. A. C. M. **Produção de biomassa algácea com alto teor de lipídeos destinada à obtenção de biocombustíveis na Planta Piloto de UFRN.** 2017. Disponível em: <<https://sigaa.ufrn.br/sigaa/pesquisa/projetoPesquisa/criarProjetoPesquisa.do?dispatch=view&id=121494695>>. Acesso em: 07 ago. 2019.