



Criatividade e Inovação na Indústria: Uso da Macaúba na Produção do Biodiesel

*Ana Lúcia da Silva Costa Guerra¹, Solange Maria Ságio², Elian Pereira dos Santos³,
Isac Sales Pinheiro Filho⁴, Leidiane Gomes dos Santos Silva⁵, Kamila Moreira Tavares⁶*

Resumo: O biodiesel e o etanol são os dois produtos com maior destaque na Agroenergia. Ambos apresentam vantagens ambientais em relação ao uso dos combustíveis fósseis, contribuindo para o alcance das metas anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis e em consonância com a Política Nacional dos Biocombustíveis, o RenovaBio. Nos últimos anos a indústria do biodiesel cresceu apoiada na elevação obrigatória da porcentagem de mistura no diesel, elevando a pressão por terras para cultivo da soja, que é a principal matéria prima do biodiesel brasileiro. Neste contexto, este estudo analisou o uso da macaúba como matéria prima para o biodiesel, de modo a contribuir com a matriz agroenergética brasileira. O estudo é exploratório e descrito por utilizar da pesquisa bibliográfica e documental, descrevendo os objetos de estudos e seus contextos, visando relacionar fatos, dados, contextos e teoria para explicar a importância da biodiversidade da matriz energética brasileira, ampliando o uso da cadeia produtiva da macaúba para a produção de biodiesel.

Palavras-chave: Biodiesel, Agroenergia, Macaúba.

¹ Mestranda em Agroenergia Digital, Universidade Federal do Tocantins (UFT). Especialização em Agricultura de Precisão pela Faculdade CGESP. Bacharel em Agronomia e Tecnólogo em Gestão Ambiental, pela Universidade Católica do Tocantins (Unicatólica). Licenciatura em Pedagogia, Faculdade São Marcos. anacarineta@hotmail.com;

² Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Tocantins, Brasil. solsagio@uft.edu.br;

³ Graduação em Química Industrial pela Universidade de Ribeirão Preto - UNAERP. Servidora Técnica de nível superior do Laboratório Agroambiental da Universidade Estadual do Tocantins. elianps9@hotmail.com;

⁴ Mestrando em Agroenergia Digital pela Universidade Federal do Tocantins - UFT, Especialista em Gestão de Negócios pela Universidade de São Paulo - USP, Especialista em Gestão Escolar e Projetos Educacionais pelo Centro Universitário INTA - UNINTA, Bacharel em Administração Pública pela Universidade Federal do Ceará - UFC, Licenciado em História pela Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA. isacusp@hotmail.com.

⁵ Graduação em Agronomia pelo Centro Universitário Católica do Tocantins. <https://orcid.org/0000-0002-7566-7999>. leidi.gomes.jose@gmail.com;

⁶ Mestranda em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins – UFT; Pós-graduação *latu sensu* em Georreferenciamento de Imóveis Rurais e urbanos pela Faculdade Einstein – FACEI; Bacharela em agronomia pela Faculdade Católica do Tocantins - FACTO. Contato: kamilaprotins@gmail.com.

Creativity and Innovation in Industry: Use of Macaúba in Biodiesel Production

Abstract: Biodiesel and ethanol are the two most prominent products in Agroenergy. Both have environmental advantages over the use of fossil fuels, contributing to the achievement of annual targets for reducing greenhouse gas emissions for the commercialization of fuels and in line with the National Biofuels Policy, *RenovaBio*. In recent years, the biodiesel industry has grown supported by the mandatory increase in the percentage of blending in diesel, increasing the pressure for land for soy cultivation, which is the main raw material for Brazilian biodiesel. In this context, this study analyzed the use of macaúba as a raw material for biodiesel, in order to contribute to the Brazilian agroenergetic matrix. The study is exploratory and described by using bibliographic and documentary research, describing the objects of study and their contexts, aiming to relate facts, data, contexts and theory to explain the importance of biodiversity in the Brazilian energy matrix, expanding the use of the production chain of macaúba for the production of biodiesel.

Keywords: Biodiesel, Agroenergy, Macaúba.

Introdução

A importância do desenvolvimento sustentável, que defende os três pontos-chaves para o seu alcance, sendo eles: aspecto social, ambiental e econômico, tem sido amplamente debatido entre as nações. Neste contexto, o governo brasileiro desenvolveu ao longo dos últimos anos políticas públicas em apoio aos produtores, criou-se o programa do Biodiesel, com suporte de diferentes Ministérios, agências e empresas governamentais para estimular a Agroenergia brasileira (BRASIL, 2019).

A Embrapa define a Agroenergia como sendo a energia que se cultiva e a energia que se colhe, focando inicialmente nos desafios de tornar a produção agrícola e industrial de alimentos e de energia renovável, principalmente com o uso de biomassa para gerar energia (EMBRAPA, 2016).

O biodiesel é um biocombustível visto como substituto do diesel fóssil e possível solução para as incertezas quanto ao futuro energético, principalmente aos países em desenvolvimento como o Brasil. O biodiesel é compatível com os motores de combustão interna em operação atualmente, não sendo necessário realizar modificações para o seu uso (RODRIGUES, 2021).

O Brasil possui uma vasta diversidade de matérias-primas com amplo potencial energético na variedade de sementes e frutos oleaginosos que podem ser cultivados no seu solo e outros que são nativos. O Biodiesel pode ser produzido a partir de gorduras animais ou de óleos

vegetais (mamona, dendê (palma), girassol, babaçu, macaúba, amendoim, pinhão manso e soja, dentre outras) (LIMA, 2018).

Neste estudo fizemos a opção pela macaúba em função da palmeira ser nativa do cerrado brasileiro. A planta é também cultivada com finalidade comercial em diversos estados brasileiros, o que facilita a oferta da macaúba como matéria prima para a produção de biodiesel.

Deste modo, o cultivo de macaúba para produção de biodiesel é visto como positivo para o mercado de biocombustíveis brasileiro, principalmente pela demanda crescente desse combustível e sua contribuição para a redução das emissões de gases poluentes, além do seu valor social e econômico.

Biocombustíveis e o RENOVBIO

O RenovaBio é uma política governamental estabelecida por meio da Lei nº 13.546/2017 - Política Nacional dos Biocombustíveis. Com o RenovaBio, o governo brasileiro, busca amparo para o cumprimento das metas estabelecidas no Acordo de Paris, em 2016. O Brasil assumiu o compromisso de além de aumentar a participação dos biocombustíveis na matriz energética brasileira, também reduzir as emissões de carbono até 2025 em 37%, tendo por base os resultados de 2005. O programa tem por objetivo, a promoção da descarbonização do setor de transportes brasileiro, pautando em três instrumentos: I) as metas de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa (GEE), II) a certificação de biocombustíveis, e III) os Créditos de Descarbonização (CBios) (BRASIL, 2021).

O RenovaBio fornece também previsibilidade para sustentabilidade ambiental, econômica e social sobre o papel dos biocombustíveis na matriz energética brasileira. O programa promove a expansão da produção e uso dos biocombustíveis de forma adequada, resguardando a segurança energética e a mitigação de Gases de Efeito Estufa (GEE) no setor de transportes (CARDOSO, 2020).

Portanto, o RenovaBio pode ser entendido como um mercado de crédito de carbono com metas definidas para a sua execução, usando o volume comercializado de combustíveis fósseis por cada distribuidor, devendo este compensar as emissões geradas por esses combustíveis com a compra dos certificados, os CBios. A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) define o RenovaBio como sendo uma política que estabeleceu um arcabouço legal, político, e regulatório, contribuindo para a superação dos desafios técnicos e econômicos enfrentados pelo setor energético brasileiro (EPE, 2017).

De acordo com a resolução publicada pelo Ministério de Minas e Energia (MME) no mês de novembro de 2021, foram definidas metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis. As metas definidas valerão para os próximos dez anos e estão inseridas no âmbito do RenovaBio (MME, 2021). Para 2022, a meta fixada é de 35,98 milhões de unidades de Crédito de Descarbonização (CBIO), emitido para produtores e importadores de combustíveis. Cada tonelada de gás carbônico que não foi liberada na atmosfera, equivale a uma unidade de CBIO e quando comparado com a captura de carbono, equivale a sete árvores (CARDOSO, 2020).

Neste contexto, a produção de biodiesel possui potencial de contribuição para que o setor de biocombustíveis alcance os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para a Agenda 2030 da ONU. A estimativa da produção brasileira total de biodiesel é de 6,9 bilhões de litros (400 milhões de litros a mais que no ano anterior, que ficou em 6,5 bilhões de litros), segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2021).

O governo brasileiro, por meio da Agência Nacional de Petróleo - ANP vem reduzindo a mistura obrigatória desde 2020 para fazer frente à escalada dos preços da soja (principal matéria-prima do biodiesel). Tal medida vai na contramão do avanço e necessidade em reduzir os gases poluentes, mas se justifica em razão da soja também ter grande participação na alimentação humana e ração para animais. Segundo a ANP, a produção acumulada de janeiro a junho de 2021 é de aproximadamente 3,35 bilhões de litros de biodiesel (LIMA, 2020).

O Brasil possui atualmente 50 usinas autorizadas a produzir biodiesel. Sendo que mais da metade delas estão localizadas na região Centro-Oeste, com abundante oferta de soja. Observa-se a importância em realizar estudos com novas matérias-primas que possam contribuir junto da soja para a produção de biodiesel em quantidade suficiente que permita continuar aumentando a sua porcentagem, que atualmente está fixada em 10% para uma maior porcentagem (MME, 2021).

Uma das alternativas para minimizar estes problemas é a diversificação de matérias primas para a produção de biodiesel. Neste contexto, a macaúba que é uma planta nativa de diversas regiões brasileira tem demonstrado potencial para a produção de biodiesel, sendo necessário a realização de novos estudos e políticas governamentais que promovam o desenvolvimento da sua cadeia produtiva, principalmente para as regiões em que há a disponibilidade nativa da planta e viabilidade do seu cultivo. Além disso, a macaúba é uma das matérias-primas renováveis, capaz de gerar um ciclo fechado de carbono, de forma que o CO₂

emitido pela combustão é consumido pelas plantas através da fotossíntese. Além disso, é de grande importância a diversificação da matriz energética do país (LIMA et al., 2018).

Macaúba

O solo fértil brasileiro permite o desenvolvimento de diversas espécies com alto rendimento em óleo. Entre elas, está a macaúba (*Acrocomia aculeata*), que é uma palmeira nativa encontrada em maiores concentrações, nas regiões onde o cerrado é predominante, em estados como: Minas Gerais, Mato Grosso, Tocantins e nas áreas do Distrito Federal, mas também ocorre em outras áreas, como no Nordeste brasileiro (EMBRAPA, 2015).

Da macaúba são extraídos dois óleos, o óleo da polpa e o óleo da amêndoa. Sendo a segunda oleaginosa mais produtiva do mundo, ficando atrás somente do dendê. A composição química em ácidos graxos destes óleos, se mostram uma atraente matéria-prima para a indústria alimentícia, cosmética e também para a produção de biodiesel (MOREIRA et al, 2016).

A macaúba apresenta elevada produtividade de frutos oleaginosos e boa adaptabilidade às diversas condições edafoclimáticas brasileiras. Atualmente a sua exploração econômica é realizada sobretudo em sistemas extrativistas. No entanto por seu potencial produtivo e a demanda por óleos vegetais, reforçam o seu potencial para fins energéticos. Carecendo que maiores incentivos por parte do governo para impulsionar a formação de cadeias produtivas baseadas em sistema de monocultivo (INSEA, 2019).

O governo do Estado de Minas Gerais, estado com maior concentração da planta da macaúba, criou a Lei Pró-macaúba, que juntamente com o Programa Nacional do Biodiesel do Governo Federal, impulsiona a formação de cadeias produtivas baseadas em sistemas de monocultivo (PNPB – 2004-2018; MME, 2019).

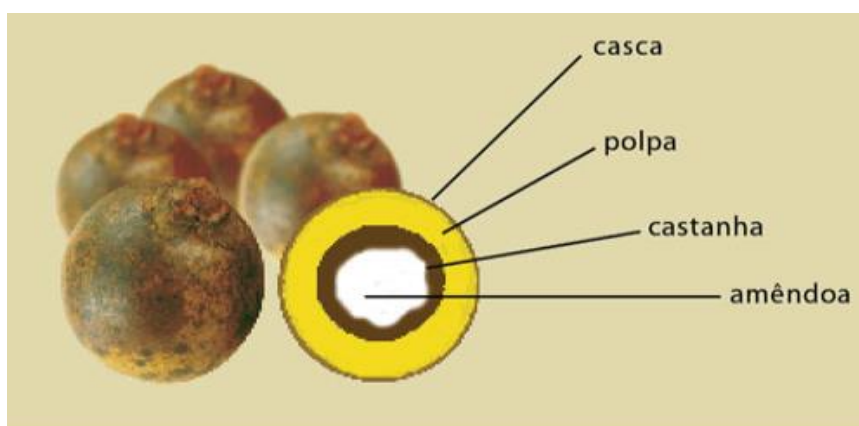
De acordo com dados do Instituto Nenuca de Desenvolvimento Sustentável (INSEA, 2019) e segundo pesquisa realizada pelo químico e professor Teddy Marques, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 80% do óleo produzido no mundo são extraídos de apenas 4 oleaginosas (soja, dendê, canola e girassol), sendo que no Brasil 70% do óleo produzido provém da soja. O que demonstra a necessidade de buscar novas fontes de oleaginosas para suprir o nível de consumo atual, além de promover a biodiversidade (EMBRAPA, 2015).

A Macaúba por sua abundância no solo brasileiro, apresenta todas as características desejáveis em um óleo vegetal, atendendo aos requisitos de sabor, cor, alta estabilidade,

performance industrial, custo competitivo e sustentabilidade de sua cadeia produtiva. O que demonstra o seu potencial contributivo para a cadeia energética brasileira (LIMA et al., 2018).

Os cachos da macaúba são constituídos de frutos globosos, do tipo drupa, onde cerca de 20 % de epicarpo (casca), 40 % de mesocarpo (polpa), 33 % de endocarpo (tegumento) e 7 % de semente (amêndoa). Os teores de óleo são ligeiramente maiores na polpa (60 %), em relação à amêndoa (55 %). Podendo seu fruto ser aproveitado como um todo, além de ser rico em ácido oléico e ácido láurico, que são benéficos para a saúde do coração e o bom funcionamento do metabolismo (MONTROYA, 2019).

Figura 1: Fruto da macaúba e suas estruturas



Fonte: BOAVENTURA et al., 2018.

Outro fator positivo, é que a macaúba nativa não requer gasto energético extra em sua produção, sendo sustentável do início ao fim, incluindo coleta, transporte entre outros (MOREIRA et al, 2016).

Materiais e Métodos

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos por fontes secundárias, que trabalhados realizaram experimentos e produziram informações sobre o uso da macaúba para a produção de biodiesel. O estudo é exploratório e descrito por utilizar da pesquisa bibliográfica e documental, descrevendo os objetos de estudos e seus contextos. Explicativo ao relacionar fatos, dados, contextos e teoria para explicar a importância da biodiversidade da matriz energética brasileira, ampliando o uso da cadeia produtiva da macaúba para a produção de biodiesel.

Resultados e Discussões

O biodiesel é renovável por ser produzido por meio de diferentes tipos de biomassa, servindo para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou conforme regulamento para geração de outro tipo de energia que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil (BRASIL, 2019).

É um combustível de queima limpa, produzido com recursos renováveis. O biodiesel não contém petróleo, mas pode ser adicionado a ele, tornando a mistura mais biodegradável e menos poluente (LIMA, 2018).

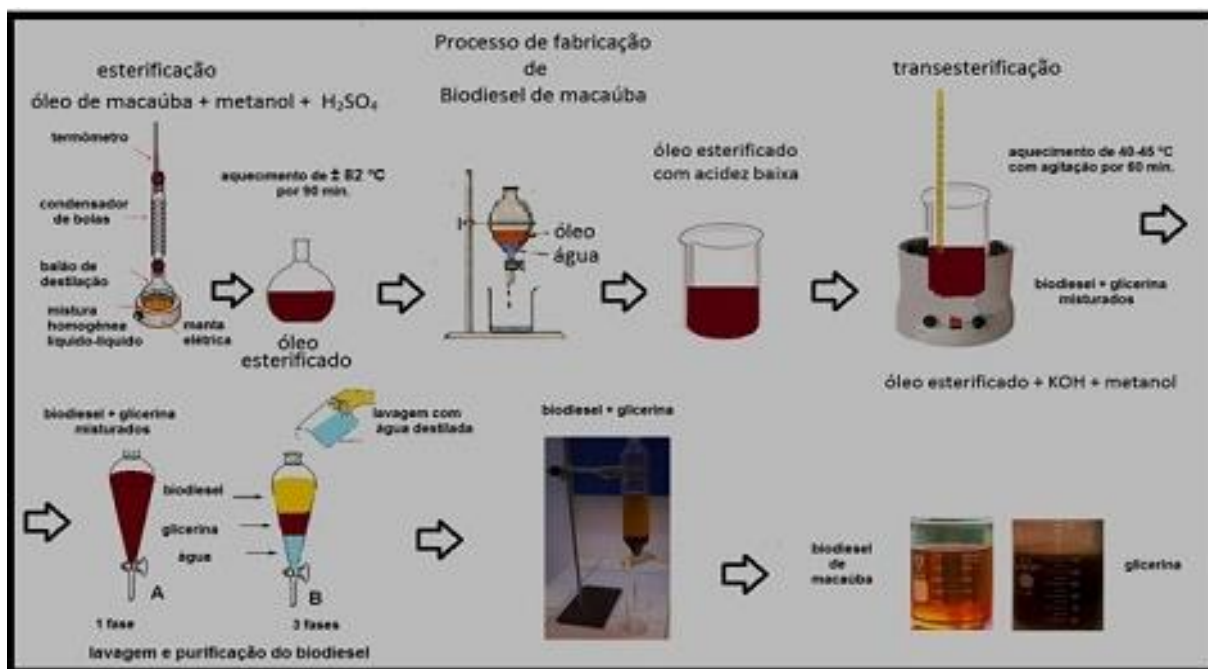
O processo de obtenção do biodiesel ocorre por meio de um processo químico, em que é misturado um óleo vegetal ou gordura de origem animal ao metanol, um álcool extraído do gás natural, e mais um catalisador, uma substância química. Entre os processos os mais utilizados são a transesterificação de triglicerídeos e a esterificação de ácidos graxos, podendo ainda, mesclar os dois processos em busca de maiores rendimentos. No entanto, a reação de transesterificação alcalina é usada maior parte dos processos (CARDOSO et al, 2020).

O fruto é processado inicialmente, passando por quatro etapas principais para obtenção do óleo final da macaúba. A primeira etapa é a despolpa, que se constitui da quebra dos cocos e da separação em duas partes principais, mistura casca externa-polpa e castanha contendo a amêndoa. Na segunda etapa, a mistura da casca/polpa vai para um agitador magnético analógico com aquecimento, que tem a função de evitar a desnaturação das vitaminas presentes no óleo. Depois desse processo, o óleo bruto é extraído pelo uso de uma prensa, obtendo tanto o óleo quanto a torta. Na última etapa, um filtro é utilizado para a retirada do óleo final que será destinado para a produção do Biodiesel através da transesterificação (LIMA, 2018; BRASIL, 2019).

De acordo com a Embrapa Agroenergia, a macaúba tem grande potencial produtivo, estimando que pode ser produzido acima de 4 mil kg de óleo/hectare (semelhante à palma de óleo) (EMBRAPA, 2016).

Rodrigues (2021), em seu estudo, concluiu que o rendimento do Biodiesel da macaúba é significativo, e requer maiores pesquisas quanto ao seu melhoramento genético, visando um aumento mais expressivo de sua produtividade e tratos culturais no geral como já existe para outras culturas. O autor diz ainda que a introdução de programas, como a Lei Pró-Macaúba criada pelo governo de Minas Gerais, pode promover incentivos à produção de biodiesel da macaúba de maneira mais eficiente.

Figura 2: Processo de produção do biodiesel do óleo da macaúba (transesterificação e a esterificação).



Fonte: SILVEIRA et al., 2015.

Nos estudos feitos por Silva et al (2015), foi obtido um rendimento de 80,74% em massa, ao utilizar o metanol, no processo de transesterificação. Houve uma perda foi de 19,26%, que se destinou os resíduos formados para a produção de sabão, formação de glicerina e perdas durante o processo de purificação.

Assim, no processo de transesterificação obteve-se a formação de duas fases: o biodiesel correspondendo a parte clara e a escura com grande quantidade de glicerol. Conclui-se então que a via metílica utilizada para a síntese do biodiesel mostrou-se eficiente e de boa qualidade, com um rendimento de 80,74% (SILVA et al., 2015).

Nota-se que a produção do biodiesel utilizando a macaúba poderá estimular o mercado nacional e mundial de biocombustíveis, principalmente por ser uma matéria prima que não concorre com a disposição dos alimentos e principalmente, além de ser benéfico ambientalmente.

Considerações Finais

De acordo com os resultados apresentados nos estudos pesquisados, podemos concluir que vários fatores favorecem a produção de biodiesel a partir da macaúba como matéria-prima.

O seu uso pode ser fator de estímulo para a ampliação do mercado de bicompostíveis brasileiro, pois não concorre com a disposição dos alimentos e apresenta grandes vantagens de produtividade e ambientais, além de socioeconômico.

O rendimento da planta da macaúba também é vantajoso quando comparado com as demais alternativas. Demonstra ser tão competitivo quanto a soja. Além disso por ser uma cultura perene, pode ser cultivada no Sistema de Integra. Porém, pode-se afirmar que há a necessidade da realização de investimentos e maiores estudos, buscando por meio do melhoramento genético, tornar a macaúba ainda mais vantajosa e eficiente na produção do biodiesel.

Referências

BRASIL (2019). *Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB)*. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/biodiesel/programa-nacional-de-producao-e-uso-do-biodiesel-pnpb>. Acesso em: 29 de novembro de 2021.

BRASIL MME (2021). *RenovaBio*. <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio>. Acesso em 30 de novembro de 2021.

BOAVENTURA LEA, MATOS DS, MATOS LS, DUARTE CGSA (2018). *Utilização do endocarpo do coco da macaúba na produção de concreto para a construção civil*. Disponível em: <http://conic-semesp.org.br/anais/files/2018/trabalho-1000001716.pdf>. Acesso em: 01 de dezembro de 2021.

CARDOSO M, COSTA HKM (2020). *Renovabio, uma análise sobre o programa e sua influência no desenvolvimento do mercado do biometano*. Disponível em: <https://sbpe.org.br/index.php/rbe/article/view/573/446>. Acesso em 01 de dezembro de 2021.

DOURADO S, RUIZ FN, OLIVEIRA S, SILVA F, SIQUEIRA C, MARTINS P, ARANDA AG (2015). *Rota de produção de biodiesel de óleo de macaúba (*acrocomia aculeata*) por esterificação seguida de transesterificação*. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2015/trabalhos/8/7458-16678.html>. Acesso em: 03 de dezembro de 2021.

EMBRAPA (2016). *Informativo agroenergético*. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1050070/1/ed72mai2016.pdf>.

EMBRAPA (2015). *Embrapa busca viabilizar o cultivo da Macaúba em sistemas sustentáveis*. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/6438362/embrapa-busca-viabilizar-o-cultivo-da-macauba-em-sistemas-sustentaveis>. Acesso em: 01 de dezembro de 2021.

EPE (2017). *RenovaBio: Biocompostíveis 2030*. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-155/EPE%20-%20NT3%20-%20NOVOS%20BIOCOMBUST%20C3%20DVEIS%20-%20ARQUIVO%203.pdf>. Acesso em 30 de novembro de 2021.

INSEA (2019). *1º Seminário Regional sobre o potencial de desenvolvimento do cultivo e extrativismo do Coco Macaúba*. Disponível em: <http://www.insea.org.br/1o-seminario-regional-sobre-o-potencial-de-desenvolvimento-do-cultivo-e-extrativismo-do-coco-macauba/>. Acesso em 02 de dezembro de 2021.

LIMA, Francisco Cleudio Aguiar (2018). *Produção de biodiesel a partir de óleo de macaúba usando como catalisador óxido misto de alumínio e estanho*. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/32857>. Acesso em: 28 de novembro de 2021.

LIMA ICMA (2020). *Perspectivas e propostas para a expansão do biogás no brasil: uma análise de políticas públicas*. Disponível em: http://www.ppe.ufjf.br/images/IsabelaLima-_Mestrado.pdf. Acesso em 30 de novembro de 2021.

MME (2021). Balanço do RenovaBio em 2020 e metas de redução de emissões para 2022-2031. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-divulga-balanco-do-renovabio-em-2020-e-metas-de-reducao-de-emissoes-para-2022-2031-1>. Acesso em: 01 de dezembro de 2021.

MOREIRA JMMAP, SOUSA TCR (2009). *Macaúba: oportunidades e desafios*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/163/>. Acesso em: 08 jul. 2016.

MONTOYA, SG. (2016). *Ecofisiologia e Produtividade de Brachiaria Decumbens em Sistema Silvopastoril com Macaúba*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa – UFV.

RODRIGUES AS (2021). *Inventário do ciclo de vida da produção de biodiesel utilizando macaúba como fonte de matéria-prima*. Disponível em: <http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/handle/1/2662>. Acesso em 03 de dezembro de 2021.

SILVA GN, SILVA MNP, HURTADO CR, HURTADO GR (2016). *Obtenção de biodiesel a partir dos óleos de macaúba, babaçu e dendê, utilizando diferentes catalisadores químicos e Biológicos*. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20183146235>. Acesso em 30 de novembro de 2021.

SILVEIRA HVL, BRAZ TGS, RIGUEIRA JPS, SANTOS MV, GUSMÃO JO, ALVES MA, MARTUSCELLO JÁ, MOURTHÉ MHF (2019). *Macauba palm cake as additive in elephant grass silage*. Hugo Vinícius Lelis. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asas/a/RpTX5xx9xC5zyFX4k9zyCZR/?format=pdf&lang=en>. Acesso em 01 de dezembro de 2021.

Como citar este artigo (Formato ABNT):

GUERRA, Ana Lúcia da Silva Costa; SÁGIO, Solange Maria; SANTOS, Elian Pereira dos; PINHEIRO FILHO, Isac Sales; SILVA, Leidiane Gomes dos Santos; TAVARES, Kamila Moreira. Criatividade e Inovação na Indústria: Uso da Macaúba na Produção do Biodiesel. **Id on Line Rev. Psic.**, Maio/2023, vol.17, n.66, p. 413-422, ISSN: 1981-1179.

Recebido: 09/03/2023; Aceito 04/04/2023; Publicado em: 31/05/2023.

