

Aplicações da Macaúba: um estudo prospectivo

Macauba Applications: a prospective study

Eduardo Vinicius Acunha Xavier¹

Andréia Alves Costa¹

¹Universidade de Brasília-Gama, Brasília, DF, Brasil

Resumo

A macaúba destaca-se por apresentar um óleo com características potenciais para uso como matéria-prima na indústria cosmética e na indústria farmacêutica e até para o setor energético, por exemplo, na produção de biodiesel. O presente trabalho realizou um estudo prospectivo com o auxílio das ferramentas de revisão bibliográfica e da análise de patentes sobre as principais aplicações da macaúba na atualidade. Foi realizada uma pesquisa sobre os principais aspectos da macaúba, seu fruto, características gerais do óleo e suas principais aplicações existentes na literatura. Os métodos de prospecção utilizados foram: o método de análise de tendências e os métodos computacionais/ferramentas analíticas. Com a integração dessas ferramentas, as aplicações mais recentes foram enumeradas por meio de um mapeamento de patentes que envolvem a macaúba e as potenciais áreas para investimentos em tecnologias futuras. Constatou-se que, entre 2008 e 2015, foram registradas 14 patentes relacionadas à macaúba, sendo 13 delas registradas no Brasil. Além disso, a tendência de aplicabilidade da macaúba nas indústrias cosmética, farmacêutica e energética foi confirmada.

Palavras-chave: Macaúba. Prospecção Tecnológica. Aplicações da Macaúba.

Abstract

Macauba stands out because it presents an oil with potential characteristics for use as raw material in the cosmetic industry, in the pharmaceutical industry and even for the energy sector, for example in the production of biodiesel. The present work carried out a technological study with the aid of bibliographic review and patent analysis tools on the main applications of macauba in the present time. It was performed a research on the main aspects of macauba, its fruit, general characteristics of the oil, and its main applications existing in the actual literature. Two prospecting methods were used: the trend analysis method and the computational methods / analytical tools. With the integration of these tools, the most recent applications were listed through a mapping of patents involving macauba and potential areas for future investments and future technologies were analyzed. It was found that, between 2008 and 2015, 14 patents related to macauba were registered, 13 of which were registered in Brazil. In addition, the trend of applicability of macauba in the cosmetic, pharmaceutical and energy industries was confirmed.

Keywords: Macauba. Technological Forecasting. Macauba Applications.

Área Tecnológica: Engenharia. Química. Tecnologia.



1 Introdução

A macaúba (*Acrocomia aculeata*) é uma espécie de palmeira presente em parte do território brasileiro. Do fruto dessa palmeira, é possível extrair um óleo vegetal que, como matéria-prima, vem sendo objeto de estudos em várias áreas do conhecimento (CICONINI *et al.*, 2013). A macaúba destaca-se por ter um alto índice de produtividade de óleo, gerar diversos benefícios para o solo e por apresentar um bom potencial como matéria-prima para a produção de biodiesel, além de ser amplamente utilizada nas indústrias cosmética, farmacêutica e energética (TEIXEIRA *et al.*, 2017).

O fruto da macaúba divide-se entre casca (epicarpo), polpa (mesocarpo), tegumento (endocarpo) e amêndoa, sendo a polpa a parte na qual é possível encontrar a maior quantidade do óleo disponível no fruto, seguida pela amêndoa e pela casca. No tegumento não é possível encontrar óleo (CICONINI *et al.*, 2013).

É possível observar uma extensa gama de trabalhos na literatura que exploram as características peculiares da macaúba. Não somente o óleo, como também a torta da macaúba, possuem valores nutricionais que possibilitam a inserção dessa palmeira na indústria alimentícia. Os frutos da macaúba não possuem componentes tóxicos e apresentam duas partes comestíveis: a polpa e a amêndoa.

Além do óleo, é possível aproveitar outros produtos do fruto. A torta da polpa (subproduto do processo de extração do óleo pós-prensagem) possui 9% de proteínas e pode ser utilizada como ração para animais. Já a torta da amêndoa possui maior concentração de proteínas (32%) e também é muito utilizada na alimentação de animais (MELO, 2012).

O valor energético de 100 gramas de amêndoa de macaúba é de 243 kcal, além de ser fonte de proteínas, lipídios, cálcio, fósforo, ferro e vitaminas A, B1, B2 e C. A polpa da macaúba possui elevadas concentrações de carotenoides, importantes para as atividades pró-vitamínicas A do corpo humano. É de vasto conhecimento que a vitamina A tem papel fundamental na visão, no crescimento, na diferenciação dos tecidos, entre outras participações importantes no organismo (CICONINI *et al.*, 2013; CARDENAS-TORO *et al.*, 2015; DE AZEVEDO *et al.*, 2012; LIMA RAMOS *et al.*, 2008).

A diversidade de ácidos graxos contidos no óleo de macaúba proporciona diferentes aplicações nas indústrias cosmética e farmacêutica. Poucos estudos nessa área apresentam o fruto da macaúba como matéria-prima direta para utilização nessas indústrias. Por outro lado, é possível encontrar um grande número de estudos que abordam as propriedades dos ácidos graxos contidos no óleo da macaúba.

Entre os ácidos graxos existentes na macaúba, destaca-se o papel de algumas dessas substâncias: do ácido oleico na prevenção do câncer de mama; o auxílio na capacidade cognitiva de idosos do ácido linolênico; a utilização do ácido caprílico no auxílio da produção de soros antifúngicos (WIN, 2005; DANGOUR *et al.*, 2012; GUTIÉRREZ *et al.*, 2006).

O que tem tornado a macaúba conhecida nos últimos anos é o potencial energético dessa palmeira. Desde a produção de biodiesel até a produção de carvão, a macaúba apresenta um diversificado leque de linhas de pesquisa (GONÇALVES *et al.*, 2013; EVARISTO, 2016).

De Carvalho Lopes *et al.* (2013) analisaram a viabilidade econômica do biodiesel de macaúba por meio da simulação de cenários em que o biocombustível era produzido em escala

industrial, e foi possível obter cenários com potencial de lucratividade, visto que a macaúba possui fácil adaptação a diferentes ecossistemas, bom rendimento, além de um bom valor de mercado para os produtos advindos dessa palmeira. Porém, Silva, Cardoso e Pasa (2016) afirmaram que, por possuir um elevado índice de acidez, o óleo de macaúba requer um alto custo para a produção de biodiesel, visto que é necessário um pré-tratamento no óleo para que os processos de produção de biodiesel sejam iniciados.

Os estudos supracitados reforçam o papel importante da macaúba em cenários tecnológicos futuros, proporcionando ao país a oportunidade de enriquecer ainda mais a gama de matérias-primas disponíveis para inovação tecnológica. Nesse sentido, os estudos prospectivos demonstram ser uma ferramenta com grande utilidade para auxiliar no desenvolvimento de novas tecnologias para serviço de toda a população. Pela análise de tendências de uma ferramenta prospectiva, é possível realizar uma análise mais efetiva do cenário tecnológico de um determinado tema, possibilitando uma maneira mais eficaz de definir diretrizes futuras de trabalho (CARVALHO; FLEURY; LOPES, 2013).

Com o intuito de mapear as mais recentes tendências tecnológicas envolvendo a utilização da macaúba, foram aplicadas ferramentas de busca e, dessa forma, foi possível realizar uma prospecção tecnológica sobre em que áreas a macaúba está sendo aplicada. Esse estudo pode ser realizado por meio uma revisão de bibliografia e da análise de patentes sobre as aplicações do óleo dessa palmeira. Nesse sentido, esta pesquisa apresenta como principal objetivo verificar as principais aplicações da macaúba em diferentes frentes da indústria na atualidade com o intuito de identificar a viabilidade de se investir ou não no potencial e na aplicabilidade dessa palmeira em determinadas áreas do conhecimento.

2 Metodologia

A metodologia deste trabalho foi baseada na realização da prospecção tecnológica, a qual foi realizada a partir da mesclagem de dois métodos: o de análise de tendências e o método computacional (com ferramentas analíticas).

O mapeamento científico inicial teve como principal objetivo determinar as principais áreas nas quais a macaúba está inserida como objeto de pesquisa. Por meio dessas buscas no banco de periódico da Capes, foi possível obter os estudos mais relevantes que tratam da macaúba e de seus subprodutos, finalizando, assim, essa etapa pré-prospectiva.

Inicialmente, a pesquisa buscou aplicações da macaúba com a combinação das palavras-chave “macaúba *and food*”, “*Acrocomia aculeata and food*” e “*macaw and food*” para que os resultados apresentassem artigos científicos que explorassem a macaúba aplicada na indústria alimentícia. A mesma lógica foi seguida para buscas nas indústrias farmacêutica, cosmética e de energia, combinando as palavras “macaúba”, “*macaw*” e “*Acrocomia aculeata*”, por meio do operador booleano *and* com as palavras *energy*, *pharmaceutical* e *cosmetic* para obter resultados que tratassem da macaúba aplicada nas indústrias já citadas.

Em virtude dos resultados insatisfatórios com as palavras “*cosmetic*” e “*pharmaceutical*”, empregou-se uma busca utilizando outras combinações, dessa forma, foram utilizados como palavras-chave os nomes dos ácidos graxos contidos na macaúba: “*caprylic acid*”, “*capric acid*”, “*lauric acid*”, “*myristic acid*”, “*palmitic acid*”, “*palmitoleic acid*”, “*stearic acid*”, “*oleic acid*”, “*linoleic*”.

acid” e *“linolenic acid*”. Assim sendo, foi possível encontrar diversas aplicações para os ácidos graxos contidos na macaúba e obter dados pertinentes para a pesquisa. Este estudo foi baseado na análise de tendências com o propósito de fazer um mapeamento das principais aplicações da macaúba nessas indústrias.

A etapa posterior consistiu na busca de patentes depositadas no *site* do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) com o emprego das palavras-chave “macaúba” e “*Acrocomia aculeata*”.

A última etapa da pesquisa foi a aplicação das palavras “*Acrocomia aculeata* or macaúba” no sistema Orbit® Intelligence. Nessa etapa, a palavra-chave “*macaw*” não foi utilizada, pois não foram obtidos resultados pertinentes. Considerando que a palavra “*macaw*” na língua inglesa pode ser traduzida como “arara”, os resultados obtidos com essa combinação foram desprezados nesta etapa da pesquisa.

Logo após a pesquisa no sistema Orbit® Intelligence, os resultados foram filtrados para retornar somente patentes que tivessem a macaúba no título ou que apresentassem aplicações diretas à palmeira. Por esse sistema foi possível processar os dados e gerar gráficos e tabelas que auxiliaram na obtenção dos resultados deste trabalho. A pesquisa de patentes foi realizada entre os anos 1940 e 2018.

3 Resultados e Discussão

No mapeamento científico foi possível constatar que a maior parte das aplicabilidades da macaúba deve-se à presença de ácidos graxos no óleo desta fruta. Como consequência, verificou-se que a macaúba possui potencial para aplicação em quatro grandes áreas, são elas: farmacêutica, cosmética, alimentícia e energética (ANDRADE, 2006; AGUIEIRAS *et al.*, 2014).

O Quadro 1 apresenta algumas publicações relevantes encontradas na literatura que tratam da macaúba como alimento.

Quadro 1 – Estudos da macaúba aplicada na indústria alimentícia

PESQUISADORES	TÍTULO DO TRABALHO	ANO DE PUBLICAÇÃO
Andrade <i>et al.</i> (2006)	<i>Óleo do fruto da palmeira macaúba parte I: uma aplicação potencial para indústrias de alimentos, fármacos e cosméticos</i>	2006
Martin <i>et al.</i> (2006)	<i>Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: importance and occurrence in foods</i>	2006
Lorenzi (2006)	<i>Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart.- Arecaceae: bases para o extrativismo sustentável.</i>	2006
Ramos <i>et al.</i> (2007)	<i>Bocaiuva (Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd) Improved Vitamin A Status in Rats</i>	2007
Dessimoni-Pinto <i>et al.</i> (2010)	<i>Características físico-químicas da amêndoa de macaúba e seu aproveitamento na elaboração de barras de cereais</i>	2010
Galvani e Santos (2011)	<i>Extração mecânica da polpa da bocaiúva voltada para a fabricação de alimentos em comunidades extrativistas de Miranda, MS.</i>	2011

PESQUISADORES	TÍTULO DO TRABALHO	ANO DE PUBLICAÇÃO
De Azevedo <i>et al.</i> (2012)	<i>Desempenho de cordeiros alimentados com inclusão de torta de macaúba na dieta.</i>	2012
Verediano (2012)	<i>Aproveitamento da torta residual da extração do óleo da Polpa de Macaúba para fins alimentícios.</i>	2012
Traesel <i>et al.</i> (2014)	<i>Acute and subacute (28 days) oral toxicity assessment of the oil extracted from <i>Acrocomia aculeata</i> pulp in rats.</i>	2014
Machado <i>et al.</i> (2015)	<i>Evaluation of two fruit ecotypes (total and sclerocarpa) of macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i>)</i>	2015

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo

O Quadro 2 apresenta as publicações que tratam de componentes encontrados no óleo de macaúba aplicado nas indústrias cosmética e farmacêutica apreciadas neste trabalho.

Quadro 2 – Estudos da macaúba aplicados nas indústrias cosmética e farmacêutica

PESQUISADORES	TÍTULO DO TRABALHO	ANO DE PUBLICAÇÃO
Win (2005)	<i>Oleic acid-The anti-breast cancer component in olive oil.</i>	2005
Nair <i>et al.</i> (2005)	<i>Antibacterial effect of caprylic acid and monocaprylin on major bacterial mastitis pathogens</i>	2005
Gutiérrez <i>et al.</i> (2006)	<i>Pan-African polyspecific antivenom produced by caprylic acid purification of horse IgG: an alternative to the antivenom crisis in Africa.</i>	2005
Andrade <i>et al.</i> (2006)	<i>Óleo do fruto da palmeira macaúba – parte I: uma aplicação potencial para indústria de alimentos, fármacos e cosméticos</i>	2006
Canomanhezi, Bachion e Lima Pererira (2008)	<i>Utilização de ácidos graxos essenciais no tratamento de feridas</i>	2008
Novello, Franceschini e Quintiliano (2010)	<i>A importância dos ácidos graxos ω-3 e ω-6 para a prevenção de doenças e na saúde humana</i>	2010
Debmandal e Mandal (2011)	<i>Coconut (<i>Cocos nucifera</i> L.: <i>Arecaceae</i>): in health promotion and disease prevention</i>	2011
Dangour <i>et al.</i> (2012)	<i>Omega 3 fatty acids and cognitive health in older people</i>	2012
Traesel (2015)	<i>Assessment of the cytotoxic, genotoxic, and mutagenic potential of <i>Acrocomia aculeata</i> in rats</i>	2015
Souza <i>et al.</i> (2017)	<i>X-ray structure of O-methyl-acrocol and anti-cancer, anti-parasitic, anti-bacterial and anti-Zika virus evaluations of the Brazilian palm tree <i>Acrocomia totali</i></i>	2017

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo

No Quadro 3 foram apresentados os principais estudos encontrados que tratam a macaúba como matéria-prima para fins energéticos.

Quadro 3 – Estudos da macaúba aplicada na indústria energética

PESQUISADORES	TÍTULO DO TRABALHO	ANO DE PUBLICAÇÃO
Gonçalves <i>et al.</i> (2013)	<i>Ethanol production from macaúba (Acrocomia aculeata) presscake hemicellulosic hydrolysate by Candida boidinii UFMG14</i>	2013
De Carvalho Lopes <i>et al.</i> (2013)	<i>Economic feasibility of biodiesel production from Macauba in Brazil</i>	2013
Aguieiras <i>et al.</i> (2014)	<i>Biodiesel production from Acrocomia aculeata acid oil by (enzyme/enzyme) hydroesterification process: Use of vegetable lipase and fermented solid as low-cost biocatalysts</i>	2014
Iha <i>et al.</i> (2014)	<i>Physicochemical properties of Syagrus coronata and Acrocomia aculeata oils for biofuel production</i>	2014
Yang <i>et al.</i> (2014)	<i>Preparation and properties of myristic–palmitic–stearic acid/expanded graphite composites as phase change materials for energy storage.</i>	2014
Da Silva César <i>et al.</i> (2015)	<i>The prospects of using Acrocomia aculeata (macaúba) a non-edible biodiesel feedstock in Brazil</i>	2015
Michelin <i>et al.</i> (2015)	<i>Kinetics of ultrasound-assisted enzymatic biodiesel production from Macauba coconut oil</i>	2015
Evaristo (2016)	<i>Energy potential of the macaw palm fruit residues and their use in charcoal production</i>	2016
Silva, Cardoso e Pasa (2016)	<i>Synthesis and characterization of esters from different alcohols using Macauba almond oil to substitute diesel oil and jet fuel</i>	2016
Souza <i>et al.</i> (2016)	<i>Synthesis of ethyl esters from crude macauba oil (Acrocomia aculeata) for biodiesel production</i>	2016

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo

Na busca no *site* do INPI, com as palavras-chave “macaúba” e “*Acrocomia aculeata*”, foi possível recuperar 12 patentes depositadas entre os anos 2007 e 2015. O Quadro 4 apresenta as patentes encontradas nessa busca, a data de depósito e o código IPC.

Quadro 4 – Patentes encontradas em busca no *site* do INPI

DATA DO DEPÓSITO	TÍTULO	IPC
19/07/2007	BIOCOMBUSTÍVEL A BASE DE COCO DE MACAÚBA	C10L 1/00
20/07/2007	PROCESSO PARA INDUÇÃO DA GERMINAÇÃO E PRODUÇÃO DE SEMENTES PRÉ-GERMINADAS DE MACAÚBA (<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex. Mart)	A01C 1/00
06/09/2007	EMULSÃO EMOLIENTE PARA FINS COSMÉTICOS CONTENDO ÓLEO DE SEMENTES DE MACAÚBA (<i>Acrocomia sp.</i>)	A61K 8/92

DATA DO DEPÓSITO	TÍTULO	IPC
22/12/2010	PROCESSO DE FABRICAÇÃO E FORMULAÇÃO DE SABONETE PARA FINS COSMÉTICOS CONTENDO ÓLEO DE SEMENTE DE MACAÚBA (ACROCOMIA ACULEATA) E O PRODUTO OBTIDO	A61Q 19/10
21/02/2011	COMPOSIÇÕES DOMISSANEANTES Á BASE DE ÓLEO DE MACAÚBA E EXTRATOS DE SALVINIA AURICULATA E SEUS DERIVADOS COM AÇÃO TERAPÊUTICA E SEU USO PARA PREVENÇÃO E/OU CONTROLE DE MASTITE BOVINA	A61K 36/11
04/07/2011	ABRASIVO ORGÂNICO DE GRANALHA DE ENDOCARPO DE MACAÚBA UTILIZADO EM UM PROCESSO DE JATEAMENTO	C09K 3/14
19/12/2012	CARVÃO ATIVADO A PARTIR DO ENDOCARPO DO FRUTO DA PALMEIRA MACAÚBA (ACROCOMIA ACULEATA), PROCESSO DE OBTENÇÃO E USOS	C01B 31/08
26/03/2013	ÓLEO DE MACAÚBA (ACROCOMIA ACULEATA) COMO COLETOR ANIÔNICO NA FLOTAÇÃO DE MINERAIS	B03D 101/02
17/06/2013	PROCESSO DE ELABORAÇÃO DE TABLETE DE FRUTA DE MACAÚBA E RESPECTIVO PRODUTO	A23L 21/12
09/12/2013	PROCESSO DE GERMINAÇÃO DE PALMEIRAS COM DORMÊNCIA FISIOLÓGICA ESPECIALMENTE ACROCOMIA ACULEATA	A01C 14/00
07/10/2014	PRINCÍPIO ATIVO OBTIDO A PARTIR DOS FRUTOS DE ACROCOMIA CRISPA E ACROCOMIA ACULEATA, USO DO PRINCÍPIO ATIVO, COMPOSIÇÃO FARMACÊUTICA, SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS E FORMULAÇÕES DE FUNÇÃO COSMÉTICO-TERAPÊUTICA	A61K 9/14
14/05/2015	DISPOSITIVO EXTRATOR DE OPÉRCULO PARA OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO GERMINATIVO DE SEMENTES DE PALMEIRAS, EM ESPECIAL ACROCOMIA ACULEATA	A01C 1/00

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo com base no INPI (2018)

Ao analisar as patentes encontradas na busca do *site* do INPI, pode-se observar que, entre as 12 patentes, três estão aplicadas às indústrias cosméticas ou farmacêuticas, três estão ligadas à área de melhoramento germinativo das sementes de macaúba e duas tratam do aproveitamento do potencial energético da macaúba. Pode-se observar pela distribuição as áreas que não têm uma tendência de depósitos para um determinado setor em detrimento do outro, ou seja, as tecnologias desenvolvidas estão sendo distribuídas em três diferentes setores: agrícola, farmacêutico ou cosmético e energético.

De acordo com a metodologia estabelecida para a busca realizada no sistema Orbit® Intelligence, por meio da combinação das palavras-chaves “*Acrocomia aculeata* or macaúba”, após a filtragem dos resultados, foram encontradas 15 famílias de patentes.

O Quadro 5 apresenta o título das patentes recuperadas no sistema Orbit® Intelligence e o ano de publicação e o domínio tecnológico ao qual as patentes pertencem.

Quadro 5 – Patentes encontradas em busca no sistema Orbit® Intelligence

TÍTULO	DOMÍNIO TECNOLÓGICO	ANO DE PUBLICAÇÃO
<i>Method of modifying glyceride oils</i>	Química de materiais básicos	1949
<i>Machine to peel and to pulp coconuts</i>	Outras máquinas especiais	2008
<i>Emollient Emulsion for cosmetic ends I contend oil of seeds of [macauba] ([acrocomia] sp.)</i>	Química orgânica fina	2008
<i>Bioquerosene and process of attainment of the same</i>	Química de materiais básicos/ Química orgânica fina	2009
<i>Process for induction of the germination and production of seeds [pre]-germinadas of [macauba] ([acrocomia] aculeata ([jacq].) [lodd]. ex.[mart])</i>	Outras máquinas especiais	2009
<i>Heterogeneous catalyst and process of [transesterificação] understanding the use of heterogeneous catalyser</i>	Química de materiais básicos/ Engenharia Química/ Química orgânica fina	2009
<i>Process of desacidification of oils and fats for extraction liquid-liquid and process of [purificação] of biodiesel and treatment of the spirituous reagent</i>	Química de materiais básicos/ Engenharia química	2011
<i>Compounds from the fruits of acrocomia crisper and acrocomia aculeata against inflammation and oxidative stress</i>	Química de materiais básicos/ Química Alimentar/Química orgânica fina/Fármacos	2013
<i>Extracting Device of [operculo] for [otimização] of the germinative process of seeds of palms, in particular acrocomia aculeata</i>	Outras máquinas especiais	2013
<i>Coal activated from [endocarpo] of the fruit of the palm [macauba] ([acrocomia]aculeata), process of attainment and uses</i>	Materiais/Metalurgia	2013
<i>Process of germination of palms with [dormência fisiológica] especially acrocomia aculeata</i>	Química de materiais básicos/ Outras máquinas especiais	2013
<i>Process for the oil treatment acids process for the oil treatment acids by means of reaction of [esterificação] catalyzed for fermented solid enzymes</i>	Química de materiais básicos/ Biotecnologia	2014
<i>Development of a prepared nutritional solution to the base of palm residue</i>	Química de materiais básicos/ Tecnologia ambiental	2014
<i>Process of manufacture and formulation of soap for cosmetic ends and contend oil of seed of macauba (acrocomia aculeata) and the obtained product</i>	Química orgânica fina	2014
<i>Oil of macaúba (acrocomia aculeata) as [aniônico] collector in the flotação of minerals</i>	Engenharia química	2015

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo

Conforme esperado, percebe-se que grande parte da ocorrência da macaúba se apresenta em território nacional, uma vez que 13 das 15 patentes foram depositadas no Brasil, uma nos Estados Unidos e uma em Cuba. Além disso, uma patente está depositada no World Intellectual Property Organization (WIPO), instituição ligada às Nações Unidas que supervisiona e administra uma série de tratados internacionais relacionados a patentes e à propriedade intelectual em geral, conforme mostram as Figuras 1 e 2 (SMALL BUSINESS, 2018).

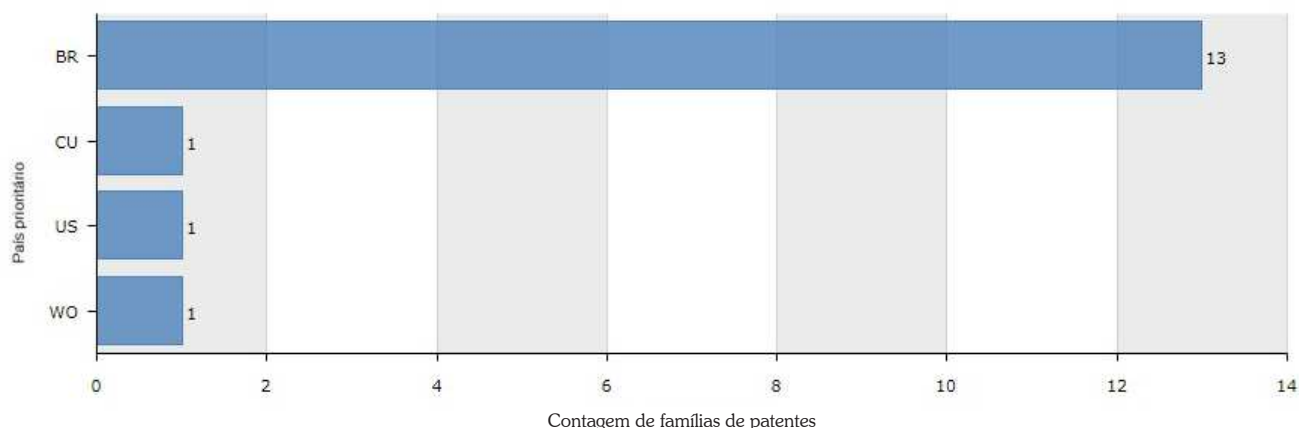
Figura 1 – Países que possuem patentes relacionadas à macaúba no mundo – distribuição das famílias de patentes pelo país de 1º depósito – *indicação da escala: número de famílias de patentes depositadas



Fonte: Questel (2018)

Analisando a distribuição dos dados geográficos, foi possível constatar que poucas patentes foram geradas em outros países, sendo que a maior parte foi depositada no Brasil. Isso pode ser explicado pela abundância da palmeira na região, ou seja, é uma planta nativa do país (CICONINI *et al.*, 2013).

Figura 2 – Países que mais possuem patentes depositadas relacionadas à macaúba – distribuição das famílias de patentes pelo país de 1º depósito

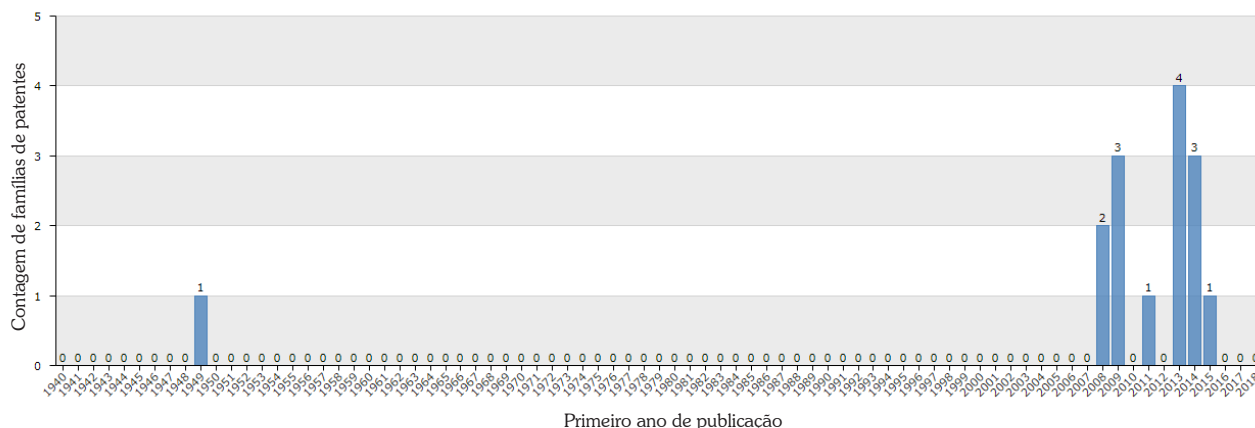


Fonte: Questel (2018)

A primeira patente relacionada à macaúba tem registro de depósito em 1949. É possível observar pela Figura 3 que houve um aumento considerável no número de patentes depositadas

das a partir de 2008, o que mostra que a macaúba tem sido objeto frequente de estudos e tem despertado grande interesse em pesquisadores devido ao grande potencial de aplicação que possui em diversas áreas do conhecimento.

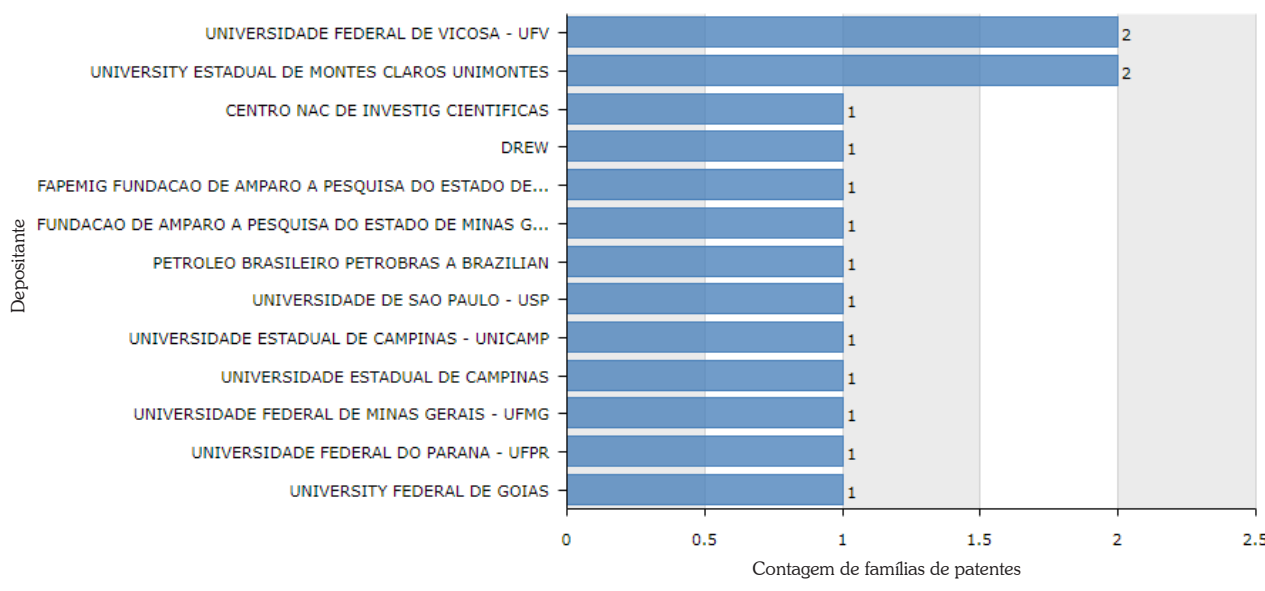
Figura 3 – Famílias de patentes relacionadas à macaúba, depositadas entre os anos de 1940 a 2018



Fonte: Adaptada de Questel (2018)

Outro dado interessante diz respeito aos depositantes das patentes relacionadas a esse tema. Foi possível constatar que grande parte das patentes relacionadas à macaúba foram depositadas por universidades brasileiras, conforme mostra a Figura 4.

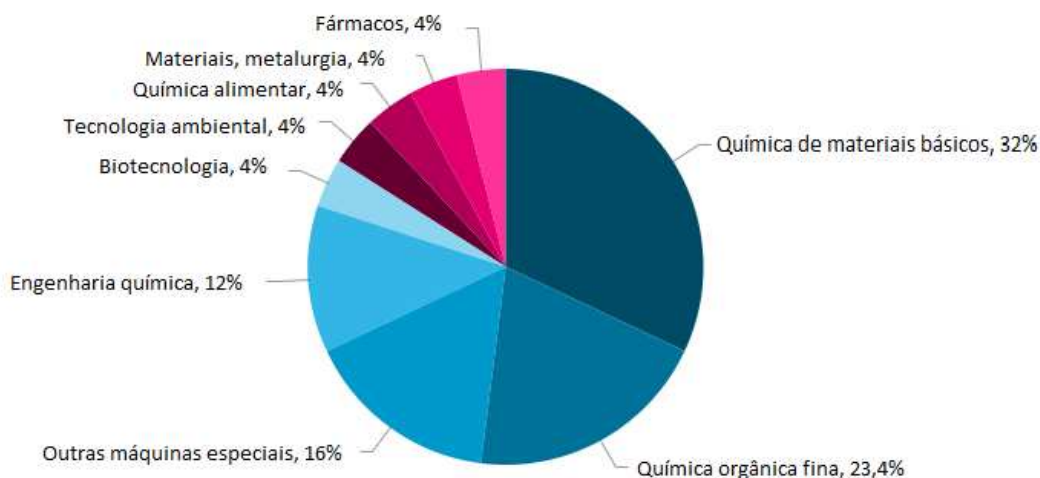
Figura 4 – Depositantes de Famílias de patentes relacionadas à macaúba



Fonte: Adaptada de Questel (2018)

O sistema *Orbit® Intelligence* possui uma interessante ferramenta para análise de dados, já que com essa ferramenta é possível separar as patentes por áreas tecnológicas das quais elas fazem parte, de acordo com a Classificação Internacional de Patentes (IPC) e a Classificação Cooperativa de Patentes (CPC). Na Figura 5 é possível identificar quais são as principais áreas tecnológicas das patentes relacionadas à macaúba.

Figura 5 – Famílias de patentes relacionadas à macaúba, por domínio tecnológico

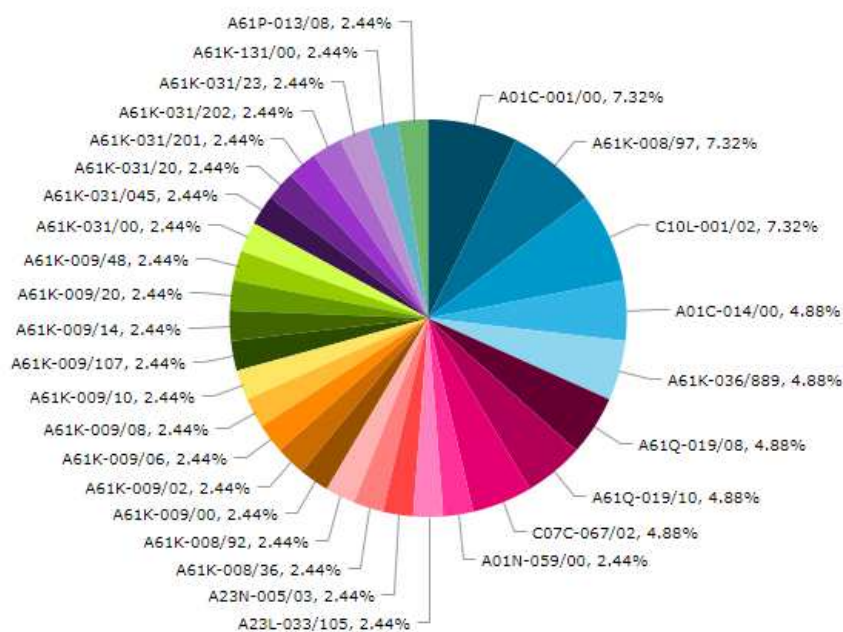


Fonte: Adaptada de Questel (2018)

Inseridas nas classificações, as áreas tecnológicas se dividem em classes e, entre elas, é na Seção C que são classificadas as patentes que tratam sobre química e metalurgia (IPC, 2018).

Por meio da análise da figura foi possível constatar que a área tecnológica mais expressiva, em que se encontram as patentes relacionadas à macaúba, é a área de química de materiais básicos (32%), seguida pela área de química orgânica fina (23,4%). Outra maneira interessante de analisar os dados obtidos é a classificação em que essas patentes estão inseridas de acordo com o código IPC (Figura 6).

Figura 6 – Famílias de patentes por códigos IPC



Fonte: Adaptada de Questel (2018)

A Figura 6 mostra uma ampla distribuição dos códigos, dos quais três se destacam. O primeiro código mais utilizado para classificação das famílias de patentes recuperadas para essa busca é o C10L-001/02 (7,32%). De acordo com o IPC (2018), esse código é designado para:

Indústrias do petróleo, do gás ou do coque; gases técnicos contendo monóxido de carbono; combustíveis; lubrificantes; turfa; combustíveis não incluídos em outro local; gás natural; gás natural de sintético obtido por processos não abrangidos pelas subclasses C10G ou C10K; gás liquefeito de petróleo; uso de aditivos em combustíveis ou ao fogo; acendedores de fogo; combustíveis carbonáceos líquidos; baseados essencialmente em componentes consistindo somente em carbono, hidrogênio e oxigênio.

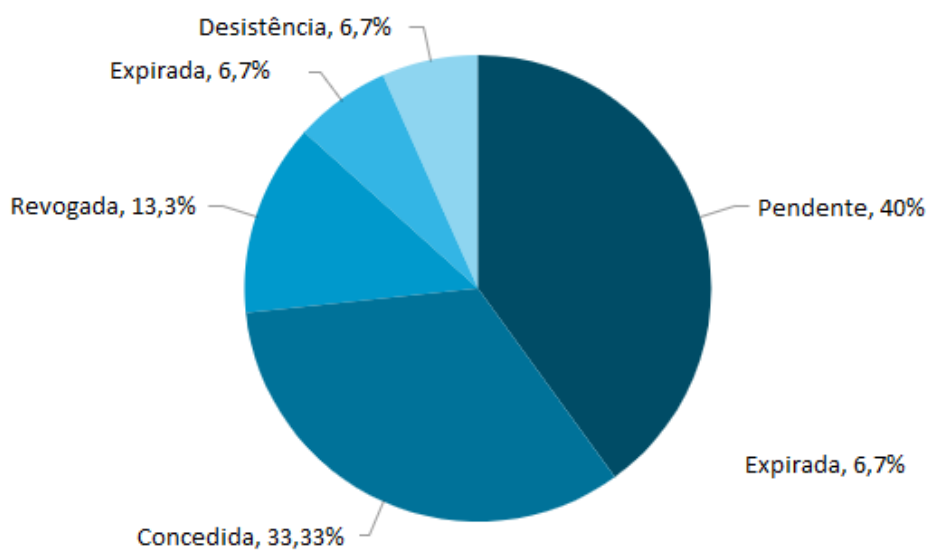
Outra área explorada foi a área correspondente ao código A61K-008/97 (7,32%). O IPC designa esse código para “Necessidades humanas; ciência médica ou veterinária/higiene; preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas; cosméticos ou preparações similares para higiene pessoal” (IPC, 2018).

O terceiro código que mais aparece na pesquisa foi o A01C-001/00 (7,32%). Ainda de acordo com o IPC (2018), esse código caracteriza-se por inserir patentes que tratam sobre “Agricultura/silvicultura/pecuária/caça/captura em armadilhas/pesca; plantio/semear/fertilização; aparelhos ou métodos de seu uso, para experimentar ou beneficiar sementes, raízes ou similares antes de semear ou plantar”.

Esse dado mostra que as patentes geradas na área de energia, junto com a área de cosméticos e de agricultura, conferem a maioria dos depósitos encontrados com a combinação de palavras aplicada no sistema *Orbit® Intelligence* neste estudo, reforçando o grande potencial da macaúba aplicada a essas três áreas tecnológicas.

Além disso, foi realizada uma análise quanto à situação legal das famílias de patentes encontradas na busca. A Figura 7 mostra que a maioria desses documentos está pendente.

Figura 7 – Famílias de patentes por status legal



Fonte: Adaptada de Questel (2018)

Três dessas patentes merecem destaque, são elas:

- a) “Coal activated from [endocarpo] of the fruit of the palm [macaúba]([acrocomia] aculeata), process of attainment and uses”;
- b) “Process of manufacture and formulation of soap for cosmetic ends and contend oil of seed of macaúba (acromia aculeata) and the obtained product”; e
- c) “Process of germination of palms with [dormência fisiológica] especially acrocomia aculeata”.

A primeira trata do processo de obtenção de um carvão, quimicamente ativado, usando como matéria-prima a poeira particulada do endocarpo do fruto da macaúba. Além disso, descreve os produtos desenvolvidos que, em geral, apresentam características ajustadas para uso como material na remoção de substâncias indesejáveis ou desejável para a recuperação de substâncias contidas em meios gasosos e líquidos, por exemplo, no tratamento de água, na purificação do ar, na remoção de poluentes orgânicos e inorgânicos de sistemas de efluentes industriais gasosos e líquidos, na recuperação ou separação de substâncias específicas em variados processos industriais, como a recuperação de ouro, prata e outros metais nobres, na recuperação de voláteis solventes de interesse em processos variados, entre outros (QUESTEL, 2018).

A segunda menciona o “[...] processo de fabricação e formulação de sabão para fins cosméticos contendo óleo de semente de macaúba e o produto final obtido”; essa patente é destinada às indústrias de produtos de higiene pessoal e cosméticos, e apresenta uma formulação para obtenção de sabão de base glicerizada (QUESTEL, 2018).

A terceira patente destacada aborda um procedimento que fornece germinação de 90% a 100% de sementes de *Acrocomia Aculeata* com 15 dias a 12 meses de armazenamento. Esse processo é, segundo o documento da patente, o mais eficiente para a germinação da macaúba, e apresenta menor custo por não exigir hormônios onerosos e outros reagentes (QUESTEL, 2018).

Essas três patentes demonstram a preocupação dos cientistas em proteger o conhecimento que envolva a macaúba aplicada às diversas áreas do conhecimento, devido a todos os fatores que projetam para essa palmeira um potencial de expansão do cultivo e aproveitamento dessa matéria-prima nas diversas áreas do conhecimento.

Duas dessas patentes destacadas estão diretamente relacionadas às indústrias cosmética e farmacêutica e à agricultura. Além da área energética, também é possível observar que a macaúba apresenta evidente tendência tecnológica de investimento nas indústrias cosmética e farmacêutica, provando que a macaúba tem atraído diversas pesquisas relacionadas ao potencial uso de sua matéria prima nesses setores.

Esse estudo revela que devido ao grande poder calorífico da macaúba, à grande quantidade de óleo que é possível extrair desse fruto e às características singulares de seu óleo, a macaúba apresenta grande potencial como matéria-prima de elevado valor, tanto para pesquisas quanto para investimentos futuros.

4 Considerações Finais

Foi possível constatar que a macaúba, conforme relata a literatura, tem despertado o interesse de diversos pesquisadores acerca de suas propriedades e potenciais utilizações. As características singulares do óleo da macaúba demonstram o motivo pelo qual seus derivados vêm sendo amplamente estudados nos últimos anos.

A mesclagem de dois métodos de prospecção, conforme recomendado na literatura, possibilitou um mapeamento tecnológico atual sobre as aplicações do óleo da macaúba, além de tornar possível a identificação de possíveis áreas de desenvolvimento tecnológico.

Os resultados obtidos confirmam o que o mapeamento científico apresentou sobre a macaúba. Foi possível constatar que, de fato, a macaúba está em ascensão no ramo de cosméticos e fármacos, além do ramo de melhoramento da germinação das sementes. A macaúba aplicada ao setor energético também apresentou grande potencial, tendo em vista a quantidade de artigos publicados e a existência de patentes que utilizam o potencial energético dessa palmeira para desenvolver novas tecnologias.

Dentro do que foi analisado, o objetivo da prospecção tecnológica foi mapear tendências futuras para a aplicação da macaúba e de seu óleo. A existência de um número significativo de patentes depositadas relacionadas aos artigos científicos encontrados na literatura mostra que a macaúba encontra maiores aplicações em três grandes setores, despertando maior interesse para que novas tecnologias surjam em um futuro próximo nas indústrias cosmética/farmacêutica, na agricultura e no setor energético.

O óleo dessa palmeira apresenta, em sua composição, ácidos graxos com características únicas que podem ser amplamente aplicados nas indústrias cosmética e farmacêutica, conforme mostrou o mapeamento científico. Isso proporciona a ampliação de esforços para que o aproveitamento da macaúba nessas indústrias seja ampliado, ou seja, é uma área com grandes perspectivas de estudos e de investimentos futuros.

Melhoramentos genéticos e na germinação das sementes tendem a influenciar as características gerais do fruto da macaúba, demonstrando ser uma tendência de estudos e de desenvolvimento tecnológico. Estudos aplicados nessa área podem possibilitar uma ampliação da cultura controlada dessa palmeira, além de melhoramento nas características do óleo, ampliando a aplicação para outras áreas, como, por exemplo, a energética, onde o óleo de macaúba possui potencial de matéria-prima para produção de biocombustíveis.

Sendo assim, essa palmeira demonstrou ser interessante objeto de estudos e apresentou um bom potencial de crescimento, se consolidando no *hall* das grandes matérias-primas nativas do país.

Referências

AGUIEIRAS, Erika C. G. *et al.* Biodiesel production from *Acrocomia aculeata* acid oil by (enzyme/enzyme) hydroesterification process: use of vegetable lipase and fermented solid as low-cost biocatalysts. **Fuel**, [S.l.], v. 135, p. 315-321, 2014.

- ANDRADE, Maria H. C. *et al.* Óleo do fruto da palmeira macaúba parte I: uma aplicação potencial para indústrias de alimentos, fármacos e cosméticos. *In: II ENBTEQ-ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA NA INDÚSTRIA QUÍMICA*, 2006. p. 17-19. **Anais [...]**, 2006.
- CANOMANHEZI, Andreza; BACHION, Maria Márcia; LIMA PEREIRA, Ângela. Utilização de ácidos graxos essenciais no tratamento de feridas. **Revista Brasileira de Enfermagem**, [S.l.], v. 61, n. 5, 2008.
- CARDENAS-TORO, Fiorella P. *et al.* Pressurized liquid extraction and low-pressure solvent extraction of carotenoids from pressed palm fiber: experimental and economical evaluation. **Food and Bioproducts Processing**, [S.l.], v. 94, p. 90-100, 2015.
- CARVALHO, Marly M.; FLEURY, André; LOPES, Ana Paula. An overview of the literature on technology roadmapping (TRM): Contributions and trends. **Technological Forecasting and Social Change**, [S.l.], v. 80, n. 7, p. 1.418-1.437, 2013.
- CICONINI, Gabrielly *et al.* Biometry and oil contents of *Acrocomia aculeata* fruits from the Cerrados and Pantanal biomes in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Industrial Crops and Products**, [S.l.], v. 45, p. 208-214, 2013.
- DA SILVA CÉSAR, Aldara *et al.* The prospects of using *Acrocomia aculeata* (macaúba) a non-edible biodiesel feedstock in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [S.l.], v. 49, p. 1.213-1.220, 2015.
- DANGOUR, Alan D. *et al.* Omega 3 fatty acids and cognitive health in older people. **British Journal of Nutrition**, [S.l.], v. 107, n. S2, p. S152-S158, 2012.
- DE AZEVEDO, Rafael Alves *et al.* Desempenho de cordeiros alimentados com inclusão de torta de macaúba na dieta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.l.], v. 47, n. 11, p. 1.663-1.668, 2012.
- DE CARVALHO LOPES, Daniela *et al.* Economic feasibility of biodiesel production from Macauba in Brazil. **Energy Economics**, [S.l.], v. 40, p. 819-824, 2013.
- DEBMANDAL, Manisha; MANDAL, Shyamapada. Coconut (*Cocos nucifera* L.: *Arecaceae*): in health promotion and disease prevention. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, [S.l.], v. 4, n. 3, p. 241-247, 2011.
- DESSIMONI-PINTO, Nísia Andrade Villela *et al.* Características físico-químicas da amêndoa de macaúba e seu aproveitamento na elaboração de barras de cereais Physicochemical characteristics of the almond of “macaúba” and its use in the preparation of cereal bars. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, [S.l.], v. 21, n. 1, p. 79-86, 2010.
- EVARISTO, Anderson Barbosa *et al.* Energy potential of the macaw palm fruit residues and their use in charcoal production. **Ciência Florestal**, [S.l.], v. 26, n. 2, p. 571-577, 2016.
- GALVANI, Fábio.; SANTOS, Jean Fernandes. 085-Extração mecânica da polpa da bocaiúva voltada para a fabricação de alimentos em comunidades extrativistas de Miranda, MS. **Cadernos de Agroecologia**, [S.l.], v. 5, n. 1, June, 2011. ISSN 2236-7934. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/10237>. Acesso em: 12 abr. 2018.
- GONÇALVES, D. B. *et al.* Ethanol production from macaúba (*Acrocomia aculeata*) presscake hemicellulosic hydrolysate by *Candida boidinii* UFMG14. **Bioresource Technology**, [S.l.], v. 146, p. 261-266, 2013.

GUTIÉRREZ, José María *et al.* Pan-African polyspecific antivenom produced by caprylic acid purification of horse IgG: an alternative to the antivenom crisis in Africa. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, [S.l.], v. 99, n. 6, p. 468-475, 2005.

IHA, Osvaldo K. *et al.* Physicochemical properties of *Syagrus coronata* and *Acrocomia aculeata* oils for biofuel production. **Industrial Crops and Products**, [S.l.], v. 62, p. 318-322, 2014.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. [2018]. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/>. Acesso em: 8 abr. 2018.

IPC – INTERNATIONAL PATENT CLASSIFICATION. **Classificação internacional de patentes**. [2018]. Disponível em: <http://ipc.inpi.gov.br/ipcpub/?notion=scheme&version=20170101&symbol=none&menulang=pt&lang=pt&viewmode=f&fipcp=none&showdeleted=yes&indexes=no&headings=yes¬es=yes&direction=o2n&initial=A&cwid=none&tree=no&searchmode=smart>. Acesso em: 1º maio 2018.

LIMA RAMOS, Maria Isabel *et al.* Qualidade nutricional da polpa de bocaiúva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.l.], v. 28, n. 1, 2008.

LORENZI, Gisele Maria Amim Caldas. **Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart.-Arecaceae**: bases para o extrativismo sustentável. 2006.

MACHADO, Wesley *et al.* Evaluation of two fruit ecotypes (total and sclerocarpa) of macaúba (*Acrocomia aculeata*). **Industrial Crops and Products**, [S.l.], v. 63, p. 287-293, 2015.

MARTIN, Clayton Antunes *et al.* Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: importance and occurrence in foods. **Revista de Nutrição**, [S.l.], v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006.

MELO, Patricia Gontijo de. **Produção e caracterização de biodieseis obtidos a partir da oleaginosa macaúba (*Acrocomia aculeata*)**. 2012. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

MICHELIN, Simone *et al.* Kinetics of ultrasound-assisted enzymatic biodiesel production from Macauba coconut oil. **Renewable Energy**, [S.l.], v. 76, p. 388-393, 2015.

NAIR, M. K. M. *et al.* Antibacterial effect of caprylic acid and monocaprylin on major bacterial mastitis pathogens. **Journal of Dairy Science**, [S.l.], v. 88, n. 10, p. 3.488-3.495, 2005.

NOVELLO, Daiana; FRANCESCHINI, Priscilla; QUINTILIANO, Daiana Aparecida. A importância dos ácidos graxos ω -3 e ω -6 para a prevenção de doenças e na saúde humana. **Revista Salus**, [S.l.], v. 2, n. 1, 2010.

QUESTEL. **Orbit® Intelligence**. [2018]. Disponível em: <https://www.questel.com/software/ipbi/orbit-intelligence/>. Acesso em: 13 jun. 2018.

RAMOS, Maria Isabel L. *et al.* Bocaiuva (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd) improved vitamin A status in rats. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S.l.], v. 55, n. 8, p. 3.186-3.190, 2007.

SILVA, Larissa Noemi; CARDOSO, Claudia Cristina; PASA, Vânia M. D. Synthesis and characterization of esters from different alcohols using Macauba almond oil to substitute diesel oil and jet fuel. **Fuel**, [S.l.], v. 166, p. 453-460, 2016.

SMALL BUSINESS. **What is a WO Patent?** [2018]. Disponível em: <http://smallbusiness.chron.com/wo-patent-64013.html>. Acesso em: 12 jun. 2018.

SOUZA, Gredson Keiff *et al.* Synthesis of ethyl esters from crude macauba oil (*Acrocomia aculeata*) for biodiesel production. **Fuel**, [S.l.], v. 165, p. 360-366, 2016.

SOUZA, Gredson Keiff *et al.* X-ray structure of O-methyl-acrocol and anti-cancer, anti-parasitic, anti-bacterial and anti-Zika virus evaluations of the Brazilian palm tree *Acrocomia totai*. **Industrial Crops and Products**, [S.l.], v. 109, p. 483-492, 2017.

TEIXEIRA, Danielle Altomari *et al.* A rapid enzyme-catalyzed pretreatment of the acidic oil of macauba (*Acrocomia aculeata*) for chemoenzymatic biodiesel production. **Process Biochemistry**, [S.l.], v. 53, p. 188-193, 2017.

TEIXEIRA, Luciene Pires. **Prospecção Tecnológica: importância, métodos e experiências da Embrapa Cerrados**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2013.

TRAESEL, Giseli Karenina *et al.* Assessment of the cytotoxic, genotoxic, and mutagenic potential of *Acrocomia aculeata* in rats. **Genetics and Molecular Research**, [S.l.], v. 14, n. 1, p. 585-596, 2015.

TRAESEL, Giseli Karenina *et al.* Acute and subacute (28 days) oral toxicity assessment of the oil extracted from *Acrocomia aculeata* pulp in rats. **Food and Chemical Toxicology**, [S.l.], v. 74, p. 320-325, 2014.

VEREDIANO, Fernanda Cristina. **Aproveitamento da torta residual da extração do óleo da Polpa de Macaúba para fins alimentícios**. [S.l.]: [s.n.], 2012.

WIN, David Tin. Oleic acid-The anti-breast cancer component in olive oil. **Au JT**, [S.l.], v. 9, n. 9, p. 75-78, 2005.

YANG, Xiaojiao *et al.* **Preparation and properties of myristic-palmitic-stearic acid/expanded graphite composites as phase change materials for energy**. [S.l.]: [s.n.], 2014.

Sobre os Autores

Eduardo Vinicius Acunha Xavier

E-mail: eduxavier.rs@gmail.com

Graduando em Engenharia de Energia pela Universidade de Brasília-Gama.

Endereço profissional: Faculdade UnB-Gama, Setor Leste Projeção A, Gama Leste, Brasília. DF. CEP: 72444-240.

Andréia Alves Costa

E-mail: andreiaacosta@unb.br

Doutora pela Universidade de Brasília em 2011.

Endereço profissional: Faculdade UnB-Gama, Setor Leste Projeção A, Gama Leste, Brasília, DF. CEP: 72444-240.