

Tendências Científicas e Tecnológicas da *Carapa guianensis*, Popularmente Conhecida como Andiroba

Scientific and Technological Trends of Carapa guianensis, Popularly Known as Andiroba

Carolina Barros da Costa¹, Jeane da Silva Rodrigues¹, Kaio Alexandre da Silva¹, Márcio Rodrigues Miranda¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Porto Velho, RO, Brasil

Resumo

O objetivo deste artigo foi analisar as publicações científicas e tecnológicas relacionadas à *Carapa guianensis*, conhecida popularmente como andiroba. Para atingir esse objetivo foi realizada uma prospecção científica e tecnológica em bases de dados (Scopus, Espacenet, Orbit Intelligence e INPI) com as palavras-chave “*Carapa guianensis*” OR “andiroba”. Os dados foram categorizados por ano, domínios tecnológicos e principais países depositantes. As publicações enfatizam a diversidade de usos da andiroba, desde suas propriedades medicinais até suas aplicações industriais. O Brasil, local em que a andiroba é nativa, lidera ambos os campos. A partir da análise dos dados, foi possível observar flutuações nas tendências de interesse por essa planta ao longo dos anos. Dito isso, ressalta-se que a UFPA e a Embrapa estão na vanguarda das pesquisas científicas, enquanto as empresas brasileiras PHB Industrial e a Natura lideram o campo de patentes. Os resultados sugerem um futuro promissor para a andiroba nos campos da medicina, da indústria e da preservação ambiental.

Palavras-chave: Biomoléculas; Bioprospecção; Biodiversidade.

Áreas Tecnológicas: Química Orgânica Fina. Farmacêutica. Química de Materiais.

Abstract

The objective of this article is to analyze scientific and technological publications related to *Carapa guianensis*, popularly known as andiroba. To achieve this objective, a scientific and technological search was carried out in databases (Scopus, Espacenet, Orbit Intelligence and INPI) with the keywords “*Carapa guianensis*” OR “andiroba”. The data were categorized by year, technological domains and main depositor countries. The publications emphasize the diversity of uses of andiroba, from its medicinal properties to its industrial applications. Brazil, where andiroba is native, leads both fields. From the analysis of the data it was possible to observe fluctuations in the trends of interest in this plant over the years. That said, UFPA and Embrapa are at the forefront of scientific research, while the Brazilian companies PHB Industrial and Natura lead the field of patents. The results suggest a promising future for andiroba in the fields of medicine, industry and environmental preservation.

Keywords: Biomolecules; Bioprospecting; Biodiversity.

1 Introdução

O Brasil é mundialmente reconhecido por sua biodiversidade abundante. Composto de diferentes ecossistemas, o país é dividido em seis biomas: Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Pantanal e Pampa. Cada um desses biomas apresenta uma variedade única de flora e fauna, contribuindo para a riqueza natural brasileira e fornecendo matéria-prima essencial para várias indústrias, como as indústrias alimentícia, farmacêutica e de cosméticos (Coradin; Camillo; Vieira, 2022).

Diante desse cenário, a bioeconomia surge como uma abordagem estratégica para promover a utilização sustentável de recursos naturais, desenvolvendo cadeias produtivas que conciliam a conservação ambiental e a geração de renda, além de impulsionar a inovação em setores-chave (Mejias, 2019). De acordo com Sampaio Neto, Batista e Meirelles (2020), os óleos derivados da biodiversidade brasileira têm grande potencial no que diz respeito à promoção de cadeias produtivas não madeireiras, ressaltando que o avanço tecnológico desempenha um papel fundamental na preservação desses recursos, ao mesmo tempo que agrega valor aos produtos derivados. Logo, ao integrar essas práticas econômicas à biodiversidade, a bioeconomia não apenas promove o desenvolvimento sustentável, mas também contribui para a construção de uma economia mais verde e inclusiva.

Entre os biomas brasileiros, a Amazônia se destaca devido à sua riqueza natural e à vasta diversidade de recursos que oferece. Ademais, a região amazônica possui um longo histórico de utilização de plantas e recursos naturais pelos povos indígenas e comunidades tradicionais que habitam a região há milhares de anos, os quais possuem um profundo conhecimento sobre as propriedades e usos das plantas amazônicas para alimentação, medicina, construção e outras necessidades cotidianas (Cunha; Magalhães; Adams, 2021). Portanto, a Amazônia não apenas representa um reservatório imensurável de biodiversidade, mas também oferece um vasto potencial para a pesquisa e desenvolvimento de produtos sustentáveis, promovendo a bioeconomia e a conservação ambiental na região. E, entre a vasta flora presente nesse bioma, uma planta com grande potencial de fornecer esses recursos é a *Carapa guianensis*, uma árvore nativa da região Amazônica e popularmente conhecida como andiroba (Flores, 2024).

A andiroba é uma espécie valorizada na região amazônica, notável não apenas por sua contribuição para a indústria de madeira, mas também por seu significativo valor ecológico. Além disso, o óleo derivado de suas sementes é conhecido por suas propriedades medicinais. Pesquisas indicam que esse óleo possui características físico-químicas únicas que lhe conferem uma variedade de aplicações farmacológicas (Pontes *et al.*, 2018).

Diante dessas características, o potencial da andiroba tem sido amplamente explorado em pesquisa científica. Segundo Matsui *et al.* (2014), há séculos são usados extratos de cascas, flores e sementes da andiroba, valorizando-os por suas propriedades repelentes, analgésicas, antimaláricas, anti-inflamatórias e antialérgicas. Além disso, esses extratos possuem atividades antiplasmodial, úteis contra infecções parasitárias. Contudo, apesar dos benefícios, é preciso atenção às suas potenciais toxicidades agudas e subagudas, destacando a importância de pesquisas para seu uso seguro (Matsui *et al.*, 2014). Dessa maneira, torna-se evidente que a andiroba representa uma fonte valiosa de compostos bioativos com diversas aplicações terapêuticas e industriais, consolidando-se como um recurso promissor para diversos campos.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi realizar uma prospecção científica e tecnológica a respeito da *Carapa guianensis*, buscando analisar o número de publicações científicas e tecnológicas, identificar as principais áreas de pesquisa e desenvolvimento, avaliar as tendências ao longo do tempo e entender o impacto potencial dessas pesquisas. Além disso, pretende-se identificar as principais instituições e os pesquisadores envolvidos, bem como as regiões geográficas em que a pesquisa é mais proeminente. Isso permitirá que se tenha uma visão abrangente do campo de estudo e que seja possível identificar oportunidades futuras para pesquisa e desenvolvimento.

2 Metodologia

Para a prospecção científica, os dados foram coletados na base de dados Scopus, acessada por meio do Portal de Periódicos Capes. Para realizar essa prospecção, foram utilizadas as palavras-chave “*Carapa guianensis*” OR “andiroba” nos campos de título, resumo e palavras-chave. A seguir a busca foi limitada para artigos científicos e revisões bibliográficas. As informações foram organizadas por publicações nos últimos 20 anos, áreas das publicações e principais países publicantes.

A prospecção tecnológica foi realizada a partir dos pedidos de patentes depositados nos bancos de dados do INPI, Espacenet e Orbit Intelligence. Assim como na prospecção científica, as buscas tecnológicas utilizaram as palavras-chave “andiroba” OR “*carapa guianensis*”. Todos os documentos contendo esses termos no título, resumo e reivindicações foram incluídos. Os dados foram exportados em formato CSV e analisados no programa OpenRefine, onde foi realizada a remoção de duplicatas. Em seguida, as informações foram organizadas por primeiro ano de depósito nos últimos 20 anos, domínio tecnológico, países com maiores números de publicações e principais depositantes, considerados tanto as patentes vigentes, quanto as arquivadas.

Os gráficos apresentados neste artigo foram feitos a partir das informações obtidas, sendo utilizado o programa Flourish. Não houve delimitação temporal e espacial em ambas as prospecções, e as buscas foram realizadas nos meses de fevereiro e março de 2024.

3 Resultados e Discussão

A busca realizada na base de dados Scopus retornou um total de 392 publicações científicas relacionadas a *Carapa guianensis*, das quais 375 são artigos científicos e 17 são revisões bibliográficas.

Em relação às buscas nas bases de patentes, a Orbit Intelligence apresentou o maior número de depósitos, liderando com 179 famílias de patentes, seguida pelo Espacenet com 131 e o INPI com oito. Segundo a Questel (2024), a Orbit Intelligence possui acesso a uma base de dados de patentes extensa, que contém mais de 100 milhões de patentes, além de milhões de *designs* e literatura não patenteadas. Tal fato pode contribuir para que essa base de dados tenha se destacado quanto ao número de famílias de patentes encontradas. Ademais, após a retirada das duplicatas por meio do programa OpenRefine, foram identificadas ao todo 180 famílias de patentes.

Nos últimos 20 anos, houve uma tendência crescente quanto às publicações científicas até 2012, seguido por anos de oscilações entre aumentos e quedas. Após o pico em 2012, o ano em que houve o menor número de publicações foi 2022, com um total de 12 artigos publicados. No entanto, 2023 já apresentou um aumento significativo de mais de 80%. Além disso, vale ressaltar que até o final do período em que essa pesquisa foi feita, ou seja, final de março

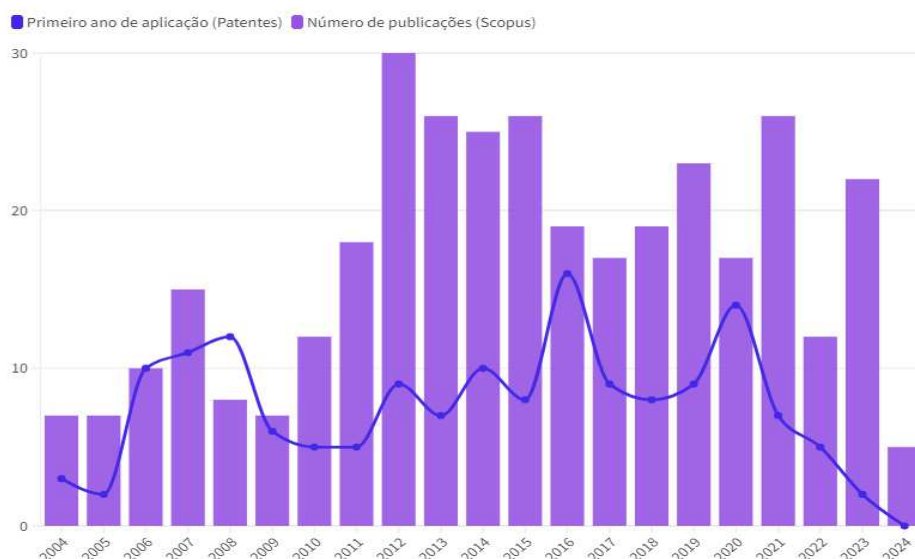
de 2024, já foram publicados cinco artigos científicos, indicando a probabilidade de haver mais publicações à medida que o ano avança (Figura 1).

Tais resultados refletem oscilações normais que podem ocorrer na produção científica, as quais podem estar associadas a mudanças nas prioridades de pesquisa, disponibilidade de financiamento e avanços no campo científico (Droescher; Silva, 2014). Dessa forma, os anos que apresentaram aumentos podem ser devido às descobertas ou aplicações potenciais da andiroba, que estimularam um aumento nas pesquisas. Por outro lado, as quedas subsequentes podem ter ocorrido por conta de reduções na disponibilidade de financiamento, ou por uma mudança de foco na pesquisa ou de outras plantas medicinais.

Quanto aos depósitos de patentes, este apresenta flutuações, porém sendo inferior ao número de publicações na maioria dos anos. Entretanto, picos notáveis foram observados nos anos de 2008, 2016 e 2020, sugerindo momentos específicos nos últimos 20 anos em que houve um aumento significativo na inovação e no desenvolvimento de novas aplicações para a andiroba. Esses picos podem estar diretamente relacionados com os avanços nas pesquisas científicas ou com as mudanças no mercado.

Segundo Dias e Almeida (2013), as publicações científicas refletem os trabalhos desenvolvidos dentro dos laboratórios nacionais, atuando como um fator-chave para o aumento da produção de patentes no país. Nesse sentido, embora seja comum observar que o número de publicações científicas é geralmente superior ao número de patentes, essa dinâmica foi invertida em 2008, quando os depósitos de patentes superaram as publicações científicas.

Figura 1 – Publicações científicas (Scopus) e tecnológicas (INPI, Espacenet e Orbit Intelligence) acerca da andiroba nos últimos 20 anos



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Ao publicar dados científicos, os pesquisadores disponibilizam seus resultados de forma que outros possam ter acesso, o que pode abrir espaço para que terceiros identifiquem o potencial desses resultados e os patenteiem antes dos próprios pesquisadores, sem que estes tenham a oportunidade de contestar (Federman, 2010). Nesse contexto, cogita-se que a priorização da proteção da propriedade intelectual pode ter sido um dos fatores que contribuíram para a inversão do cenário em 2008, tendo em vista que as organizações possam ter optado por patentear suas inovações antes mesmo de publicar os resultados de suas pesquisas, a fim de garantir uma vantagem competitiva ou proteger os investimentos em pesquisa e desenvolvimento. Essa estratégia, embora coerente do ponto de vista da gestão da propriedade intelectual, pode ter implicado diminuição no número de publicações científicas em relação aos depósitos de patentes.

3.1 Artigos Científicos

Relacionados à *C. guianensis*, existe um número de publicações relevante em diferentes campos de pesquisa e áreas de estudo, sendo as principais: Ciências Agrárias e Biológicas (n=194), Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica (n=74), Química (n=69), Bioquímica, Genética e Biologia Molecular (n=62) e Medicina (n=56). Dessa forma, notou-se um foco nas propriedades que essa espécie e sua composição bioquímica pode exercer, tendo em vista que a maioria das áreas explora o potencial e as aplicabilidades do óleo extraído de sua semente, revelando

a importância da andiroba tanto na agricultura quanto na medicina.

O grande volume de publicações nas áreas de ciências agrárias e biológicas demonstra um certo interesse na aplicação da andiroba nesses campos, incluindo as áreas que abrangem o estudo de propriedades naturais repelentes e inseticidas (Wille *et al.*, 2021). Ademais, ao longo dos anos houve um aumento substancial na pesquisa em Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica, refletindo o interesse no desenvolvimento de novos medicamentos e tratamento a partir da andiroba. Como exemplo, Miranda Júnior *et al.* (2012) demonstram em seu estudo a capacidade do óleo extraído da semente de andiroba em exercer atividade antiplasmodial, enquanto Matsui *et al.* (2014) estudam sua ação anti-inflamatória, a qual ocorre por meio da redução da produção de óxido nítrico ativado por LPS. Essas propriedades medicinais fazem com que a medicina também seja uma área-alvo nesse setor.

Outras áreas como Bioquímica, Genética e Biologia Molecular também começaram a aumentar, sugerindo uma exploração mais profunda dos mecanismos de ação dos compostos presentes na andiroba e sua ampla aplicação na área da saúde e do potencial biotecnológico, podendo gerar avanços significativos no desenvolvimento de novas terapias, novos métodos para detectar doenças e realizar diagnósticos. Esse interesse também contribui para que a área química se destaque com uma quantidade considerável de publicações, uma vez que explora as suas estruturas químicas e suas relações. Além disso, a andiroba pode exercer diversas outras atividades (Quadro 1).

Quadro 1 – Atividade biológica da espécie *Carapa guianensis* conforme prospecção científica realizada na base de dados Scopus no período de fevereiro e março de 2024

ATIVIDADE BIOLÓGICA	EXTRATO	REFERÊNCIA
Determinação do Fator de Proteção Solar (FPS)	Óleo de andiroba em emulsões	Ferrari <i>et al.</i> (2007)
Anti-inflamatório (redução da produção de NO ativado por LPS)	Sementes	Matsui <i>et al.</i> (2014)
Avaliação da atividade angiogênica	Óleo de andiroba	Pontes <i>et al.</i> (2018)
Larvicida contra Aedes albopictus	Óleo de andiroba	Silva <i>et al.</i> (2004)
Efeitos na função hepática após isquemia e reperfusão	Óleo de andiroba	Brito <i>et al.</i> (2013)
Atividade antiplasmodial	Óleo de andiroba e sua fração rica em limonoides	Miranda Júnior <i>et al.</i> (2012)
Atividade antioxidante	Frações ricas em limonoides do óleo de andiroba	Almeida-Souza <i>et al.</i> (2024)
Cicatrização de feridas	óleo da andiroba	Silva <i>et al.</i> (2021)
Atividade antiparasitária contra monogenéticos	óleo da andiroba	Malheiros <i>et al.</i> (2023)
Atividade repelente e inseticida	óleo da andiroba	Wille <i>et al.</i> (2021)

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

Seja na agricultura, biologia, farmacologia, toxicologia, química, bioquímica, genética e em outras inúmeras áreas de pesquisa, a andiroba tem se mostrado um assunto de estudo importante, logo, sendo um tópico de interesse em uma variedade de disciplinas científicas. Isso destaca a necessidade de preservação e de pesquisa contínua dessa espécie, permitindo que sejam mantidos os benefícios de suas múltiplas aplicações (Reis; Santos, 2024).

Diante do exposto, as pesquisas sobre a andiroba têm se diversificado e se expandido ao longo do tempo, refletindo uma gama de aplicações potenciais dessa planta. Todavia, foi possível identificar um grande foco de estudos direcionado ao óleo da andiroba, enquanto outras partes dela, como a casca, as flores e suas sementes, são menos exploradas e se tornam objeto de estudo em menor escala.

O Brasil lidera com um total de 299 publicações científicas sobre a *Carapa Guianensis*, quando comparado com os Estados Unidos (n=38), Japão (n=20), Alemanha (n=16) e Canadá (n=10), que possuem um número significativamente inferior de publicações.

Tal fato revela que o Brasil está na vanguarda das pesquisas sobre a andiroba, contribuindo com a maior parte do conhecimento científico existente sobre o assunto. Esse resultado pode ser devido tanto ao fato de a andiroba ser nativa da região amazônica (Flores, 2024), quanto ao interesse por parte dos cientistas brasileiros em explorar seus usos medicinais e industriais (Pontes *et al.*, 2018). Ademais, o Brasil possui uma posição de destaque quando o assunto é produção científica, sendo crescente desde o final dos anos de 1990 e bem reconhecida mundialmente nas mais variadas áreas de conhecimento (Pires *et al.*, 2015; Dias; Almeida, 2013). Dessa forma, pode-se observar que o país possui uma trajetória ascendente na produção científica, o que, somado com a valorização da biodiversidade

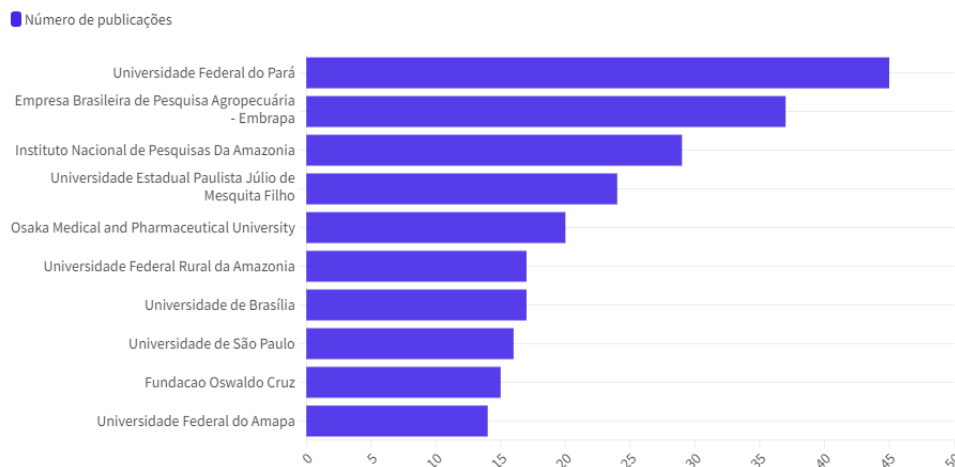
brasileira, pode ter impulsionado o interesse e investimento em pesquisas sobre plantas nativas, nesse caso, a andiroba.

A produção científica nacional é impulsionada principalmente por instituições de ensino e pesquisa, como as Universidades e Institutos Federais, os quais desempenham um papel fundamental no avanço do conhecimento e no desenvolvimento da ciência e tecnologia no país e as universidades, em particular, são reconhecidas por sua grande contribuição na geração de conhecimento científico (Pires *et al.*, 2015; Scartassini; Moura, 2020). Nesse contexto de envolvimento institucional na pesquisa sobre a andiroba, essa afirmação se confirma, visto que as universidades se destacam como os principais agentes produtores de conhecimento — com ênfase para a Universidade Federal do Pará, seguida pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (Figura 2).

Além das universidades, é notável que as instituições de pesquisa, como o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), também se destacam quanto às publicações sobre a andiroba. Essas organizações têm desempenhado um papel fundamental na exploração e no entendimento da andiroba. Com uma vasta rede de colaborações e uma infraestrutura desenvolvida ao longo dos anos, essas instituições se estabelecem como referências em estudos sobre a biodiversidade amazônica (Lima; Pauletto, 2021).

Um aspecto crucial a enfatizar é que a predominância das instituições de pesquisas mais proeminentes se encontra na Região Norte do país, onde se situa a andiroba (Flores, 2024). Tal distribuição geográfica reflete a importância da proximidade dessas instituições com seu objeto de estudo, potencializando as pesquisas e o desenvolvimento de novos conhecimentos sobre a andiroba.

Figura 2 – Principais Instituições publicantes conforme prospecção científica realizada na base de dados Scopus no período de fevereiro e março de 2024



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

3.2 Patentes

A análise dos principais domínios tecnológicos das patentes revelou que as inovações nesse setor abrangem a química fina orgânica (n=76), farmacêutica (n=49), química de materiais básicos (n=48), química macromolecular (n=21) e outras máquinas especiais (n=11).

Em consonância com as áreas de concentração das publicações científicas, observa-se que os domínios tecnológicos envolvendo as tecnologias desenvolvidas a partir da andiroba têm como foco principal as suas propriedades químicas e suas aplicações, principalmente na área farmacêutica. Essa tendência reforça que as inovações tecnológicas desenvolvidas são reflexo dos estudos científicos publicados, além de mostrar o constante interesse dos pesquisadores e das empresas em explorar as variadas aplicabilidades dessa espécie, revelando um campo promissor para diversas indústrias, como a farmacêutica, a alimentícia e a pesticida.

Como exemplo da sinergia entre as produções científicas e tecnológicas, é possível mencionar a patente BR102014020876 que explora as propriedades anti-inflamatórias, cicatrizantes e analgésicas anteriormente mencionadas para a produção de um produto fitoterápico (Santos; Bonfim, 2014). Já a patente BR102017009855 faz uso de suas propriedades para a produção de uma composição larvívora e o método para obtê-la (Vanz; Kreutz, 2017). Por último, a patente US20160051611 utiliza as propriedades cicatrizantes da andiroba para o

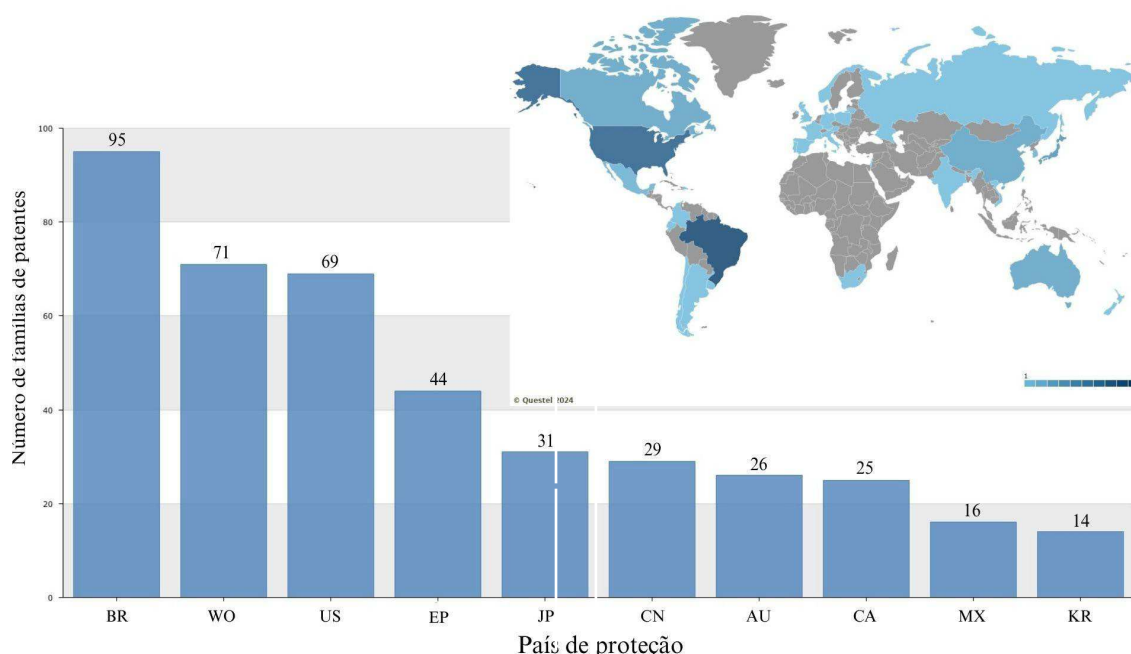
desenvolvimento de bases farmacêuticas tópicas, cuja função é tratar feridas e cicatrizes (Banov, 2015).

Os países que registraram os maiores números de publicações de patentes foram: Brasil, Estados Unidos, Japão, China, Austrália, Canadá, México e Coreia do Sul. Ademais, também houve uma expressiva participação dos países pertencentes ao Escritório Europeu de Patentes (EP/EPO) e das nações integrantes da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) (Figura 3).

Ao analisar esses resultados, nota-se uma consistência em relação aos países que lideram tanto em publicações científicas quanto em números de publicações de patentes relacionados à andiroba. O Brasil, os Estados Unidos e o Japão emergem como os principais protagonistas em ambas as categorias.

A liderança do Brasil é um ponto interessante de se observar, tendo em vista que o país não demonstra um progresso quando o assunto é produção tecnológica e geração de riqueza a partir da produção científica estabelecida (Dias; Almeida, 2013); por conseguinte, não é reconhecido no cenário mundial por ser um grande depositante de patentes em comparação com outros países como os Estados Unidos e o Japão, os quais são considerados potências relevantes mundialmente em produção científica e tecnológica (Fernandes *et al.*, 2022). Porém, a gama de aplicações demonstrada na literatura científica pode ter despertado o interesse de pesquisadores e de empresas brasileiras em explorar essas propriedades para o desenvolvimento de novos produtos e tecnologias.

Figura 3 – Principais países depositantes conforme prospecção tecnológica realizada na base de dados Orbit Intelligence no período de fevereiro e março de 2024



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Por outro lado, embora o Brasil esteja liderando as publicações tecnológicas, é crucial considerar que algumas das patentes são de depositantes estrangeiras, cuja presença em território nacional é facilitada pelo Tratado de Cooperação em Matérias de Patentes (PCT), o qual facilita a proteção de patentes em múltiplos territórios (INPI, 2020). Isso põe o país como o principal mercado-alvo para muitas empresas estrangeiras, tornando essencial o incentivo de inovação brasileira, a fim de garantir sua posição em pesquisa e desenvolvimento não só no campo da andiroba, mas também de outros recursos naturais.

Além disso, a liderança do Brasil também é vista entre as três principais depositantes nesse setor, reforçando a importância das inovações nacionais, que compreendem duas empresas, a PHB Industrial S.A. (n=11) e a Natura Cosméticos S.A. (n=6), além do inventor independente Roberto Hideo Yamauchi (n=9), os quais serão discutidos adiante. Em seguida, destacam-se duas empresas americanas, a Professional Compounding Centers of America (n=6) e a Colgate-Palmolive (n=5).

Fundada em 2000, a PHB Industrial S.A. é uma empresa que faz parte do Grupo Balbo e da Pedra Agroindustrial S.A. e tem se destacado na produção de materiais biodegradáveis, sendo responsável pela produção do Biocycle®, um polímero biodegradável desenvolvido a partir da cana-de-açúcar (Biocycle, 2012). Posto isso, a empresa se destacou nesse setor utilizando a andiroba em suas composições, estando alinhado com a crescente demanda por alternativas sustentáveis aos plásticos convencionais. De modo geral, suas inovações podem ser resumidas em quatro tipos, sendo a primeira uma composição (Nascimento; Pachekoski; Agnelli, 2006a) ou uma mistura polimérica biodegradável (Nascimento; Pachekoski; Agnelli, 2006b), bem como o processo para obtê-la. Ademais, outras sete patentes dessa empresa possuem essa mesma proposta. Em segundo, tem-se uma composição para preparação de um polioli poliéster biodegradável e o processo para obter não só essa composição, mas também um elastômero, tintas e adesivos, em terceiro, uma espuma de polioli poliéster degradável (Nascimento; Pachekoski; Vicino, 2006a).

Por último, porém na mesma linha, há a composição para preparação de uma espuma biodegradável à base de poliuretano e uma espuma biodegradável de poliuretano (Nascimento; Pachekoski; Vicino, 2006b).

As patentes registradas pela PHB Industrial S.A. evidenciaram o seu compromisso com a inovação e a busca por alternativas sustentáveis aos plásticos convencionais, utilizando as propriedades presentes no óleo da andiroba para avançar nesse setor. Todavia, vale ressaltar que todos esses registros ocorreram a quase 20 anos atrás, o que sugere que a empresa pode não estar mais ativa nesse campo e ter redirecionado seus esforços para outras áreas de inovação ou para a exploração de outras matérias-primas.

Em segundo lugar, destaca-se o depositante Roberto Hideo Yamauchi, um inventor independente cujo foco se concentrou nas propriedades repelentes presentes no óleo de andiroba. Suas inovações têm como objetivo principal promover a ação repelente contra insetos, explorada em uma variedade de produtos, que incluem lenços umedecidos de bolso descartáveis (Yamauchi, 2008a), hidratantes corporais, tanto em barra (Yamauchi, 2008b), quanto em loção (Yamauchi, 2008c), bem como sais de banho espumantes (Yamauchi, 2008d), espumas de banho (Yamauchi, 2008e) e sabonetes para banho (Yamauchi, 2008f). Além disso, a andiroba foi utilizada em formulações de shampoos em forma líquida (Yamauchi, 2008g) e em barra (Yamauchi, 2008h) e como condicionador (Yamauchi, 2008i).

Ao aproveitar diferentes formas de apresentação, esse depositante reforça a eficácia das propriedades repelentes presentes no óleo da andiroba e a sua capacidade de adaptar-se a diversas necessidades e preferências daqueles que irão consumir, proporcionando soluções práticas e eficazes para se proteger de insetos. Ademais, considerando o contexto do Brasil como um país tropical, a disponibilidade desses produtos oferece não apenas uma alternativa natural para a proteção de insetos, como também contribui para a prevenção de doenças que podem ser transmitidas por eles.

A Natura Cosméticos S.A. é uma empresa brasileira a qual considera a inovação como um elemento fundamental para promover um impacto positivo e atingir um padrão de crescimento de forma sustentável (Natura, 2024). Com isso, as patentes da Natura são relacionadas não só a composições cosméticas, como também às suas aplicações, entre as que se destacam, pode-se mencionar uma composição para crescimento capilar (Carvalhães Lago *et al.*, 2016), uma composição para formulação cosmética hidratante e sua utilização para elaboração de produto e *kit* cosmético altamente hidratante (Von Ysenburg-Philippseich *et al.*, 2016), uma composição destinada a modular funções de materiais queratinosos (Ferrari *et al.*, 2013) e, por último, uma composição cosmética probiótica e sua utilização (Pinto; Rodriguez, 2016).

Assim como o anterior, a Natura Cosméticos S.A. exibe uma gama de soluções para diferentes necessidades dos consumidores. Isso demonstra a capacidade dessa empresa em se manter não apenas na vanguarda do setor de cosméticos, como também contribuir para o crescimento e a competitividade desse setor no país, gerando empregos, fortalecendo a economia e elevando o perfil do Brasil no cenário internacional de cosméticos.

Por fim, assim como nas publicações científicas, nota-se uma ênfase com relação à utilização da andiroba em sua forma de óleo nas publicações tecnológicas, reforçando a importância de mais estudos sobre outros elementos dessa planta.

4 Considerações Finais

Durante as últimas duas décadas, houve variações entre crescimentos e declínios nas publicações científicas sobre andiroba. Em relação aos registros de patentes, embora tenham ocorrido flutuações, foram identificados picos notáveis em 2008, 2016 e 2020, indicando períodos de maior inovação e desenvolvimento de novas aplicações para a andiroba. Em 2008, o aumento dos depósitos de patentes em relação às publicações científicas pode indicar uma priorização da proteção da propriedade intelectual.

De modo geral, as pesquisas científicas sobre a *Carapa Guianensis* nos últimos 20 anos mostram uma trajetória notável de crescimento e de diversificação em várias áreas científicas, sendo as Ciências Agrárias e Biológicas, Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica, Química, Bioquímica, Genética e Biologia Molecular e Medicina os seus principais alvos. O Brasil lidera as pesquisas com 299 publicações científicas. Esse destaque pode ser atribuído à sua natividade na região amazônica e ao interesse dos cientistas brasileiros. As instituições de ensino e pesquisa, como a Universidade Federal do Pará, o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), desempenharam um papel crucial nesse avanço, liderando as publicações e contribuindo para melhor compreensão da andiroba e suas aplicabilidades.

Os principais domínios tecnológicos das patentes incluem química fina orgânica, farmacêutica e química de materiais básicos. As inovações relacionadas à *Carapa guianensis* refletiram os estudos científicos, destacando o interesse contínuo na exploração das aplicações da andiroba. O Brasil lidera nesse campo, fato interessante, uma vez que o país não é conhecido por ser um grande depositante de patentes globalmente. No entanto, com relação a esse produto, foram identificadas contribuições significativas de empresas e inventores independentes que revelaram um compromisso com a inovação e o desenvolvimento sustentável, explorando as propriedades da andiroba em produtos diversos, contribuindo para o fortalecimento da economia nacional e a diversificação da indústria, gerando empregos e promovendo a sustentabilidade ambiental.

5 Perspectivas Futuras

Diante do exposto, é esperado um avanço contínuo no desenvolvimento de novos produtos e tecnologias derivados da andiroba, principalmente nas áreas farmacêutica e cosmética. Com o crescente interesse e investimento em pesquisas sobre plantas nativas e seus potenciais benefícios, espera-se que novas descobertas possam expandir as suas aplicabilidades para outros setores.

No contexto econômico, o fortalecimento da indústria nacional, impulsionado pela inovação e diversificação dos produtos derivados da andiroba, pode contribuir para o crescimento econômico sustentável do Brasil. Outras empresas podem expandir suas operações e conquistar novos mercados, tanto nacional quanto internacionalmente, aproveitando as oportunidades oferecidas pela crescente demanda por produtos naturais e sustentáveis.

Por fim, vale ressaltar a necessidade contínua de investimento em pesquisa, educação e desenvolvimento de políticas públicas voltadas para a proteção e o uso sustentável da biodiversidade amazônica, incluindo a andiroba. O envolvimento de diversas partes interessadas, incluindo governo, academia, indústria e comunidades locais, será essencial para garantir que as futuras pesquisas e iniciativas relacionadas não só à andiroba, mas também a outras espécies nativas sejam conduzidas de forma ética, ambientalmente responsável e socialmente inclusiva, contribuindo para o aumento da conscientização sobre a importância da preservação da biodiversidade e do uso de forma sustentável dos recursos naturais da Amazônia.

Referências

- ALMEIDA-SOUZA, F. *et al.* Antioxidant activity and ultrastructural alterations in *Leishmania amazonensis* promastigotes induced by limonoid-rich fractions from andiroba oil. **Acta Amazonica**, v. 54, n. 1, e54bc23113, p. 1-04 jan.-mar. 2024. DOI: 10.1590/1809-4392202301131. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4392202301131>. Acesso em: 29 mar. 2024.
- BANOV, D. (Inventor). Depositante: Professional Compounding Centers of America. **Topical pharmaceutical bases for wound and scar treatment**. Estados Unidos US20160051611. 2015.
- BIOCYCLE. **Sustainable polymer from sugar cane**. São Paulo. 25. jul. 2012. Apresentação em PDF. 19 slides. Workshop for Sustainable Production of Biopolymers and other Bio-based Products. Disponível em: <https://fapesp.br/eventos/2012/07/Biopolymers/ROBERTO.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2024.
- BRITO, N. B. *et al.* Effects of andiroba (*Carapa guianensis*) oil on hepatic function of rats subjected to liver normothermic ischemia and reperfusion. **Rev. Col. Bras. Cir.**, v. 40, n. 6, p. 476-479, nov.-dez. 2013. DOI: 10.1590/S0100-69912013000600010. <https://doi.org/10.1590/S0100-69912013000600010>. Acesso em: 29 mar. 2024.
- CARVALHÃES LAGO, J. *et al.* (Inventores). Depositante: Natura Cosméticos S.A. **Plant lipid composition for promoting hair growth, method for promoting hair growth and use of said plant lipids**. EPO EP3397238. 2016.

CORADIN, L.; CAMILLO, J.; VIEIRA, I. C. G. (ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Norte**. Brasília, DF: MMA, 2022. (Série Biodiversidade; 53). 1.452p. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/manejo-euso-sustentavel/flora>. Acesso em 26 mar. 2024.

CUNHA, M. C.; MAGALHÃES, S. B.; ADAMS, C. (org.). **Povos tradicionais e biodiversidade no Brasil: contribuições dos povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais para a biodiversidade, políticas e ameaças**. São Paulo: SBPC, 2021. 85p.

DIAS, C. G.; ALMEIDA, R. B. Produção científica e produção tecnológica: transformando um trabalho científico em pedidos de patente. **Einstein**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 1-10, mar. 2013. DOI: 10.1590/S1679-45082013000100003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1679-45082013000100003>. Acesso em: 26 mar. 2024.

DROESCHER, F. D.; SILVA, E. L. O pesquisador e a produção científica. **Perspect. Ciênc. Inf.**, v. 19, n. 1, p. 170-189, jan.-mar. 2014. DOI: 10.1590/S1413-99362014000100011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-99362014000100011>. Acesso em: 27 mar. 2024.

FEDERMAN, Sonia Regina. Publicar ou depositar a patente? **Conhecimento & Inovação**, Campinas, v. 6, n. 1, 2010. Disponível em http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-43952010000100017&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 27 mar. 2024.

FERNANDES, L. *et al.* A vingança de prometeu: Ciência, Tecnologia, Inovação e a Reconfiguração do Poder Internacional no século XXI. **Revista Tempo do Mundo**, n. 28, p. 43-84, abr. 2022. DOI: 10.38116/rtm28art2. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.38116/rtm28art2>. Acesso em: 29 mar. 2024.

FERRARI, M. *et al.* Determinação do fator de proteção solar (FPS) in vitro e in vivo de emulsões com óleo de andiroba (*Carapa guianensis*). **Rev. Bras. Farmacogn.**, v. 17, n. 4, p. 626-630, dez. 2007. DOI: 10.1590/S0102-695X2007000400023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2007000400023>. Acesso em: 29 mar. 2024.

FERRARI, C. R. *et al.* (Inventores). Depositante: Natura Cosméticos S.A. **Plant lipid composition for modulating functions of keratinous materials, method for modulating said functions and use of said plant lipids**. EPO EP2903590. 2013.

FLORES, T. B. **Meliaceae in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2024. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB19736>. Acesso em: 26 mar. 2024.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INTELECTUAL. **Protecting a patent abroad**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/en/services/patents/protecting-a-patent-abroad>. Acesso em: 25 mar. 2024.

LIMA, M.; PAULETTO, D. Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl): análise bibliométrica de publicações nas ciências agrárias no período de 2009 a 2019. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 2, p. 98-110, fev. 2021. DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.002.0011. Disponível em: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.002.0011>. Acesso em: 29 mar. 2024.

MALHEIROS, D. F. *et al.* Efficacy of *Carapa guianensis* oil (Meliaceae) against monogeneans infestations: a potential antiparasitic for *Colossoma macropomum* and its effects in hematology and histopathology of gills. **Rev. Bras. Parasitol. Vet.**, v. 32, n. 3, e007123, p. 1-11, jul. 2023. DOI: 10.1590/S1984-29612023051. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612023051>. Acesso em: 28 mar. 2024.

MATSUI, Y. *et al.* Carapanolides J-L from the seeds of *Carapa guianensis* (andiroba) and their effects on LPS-Activated NO production. **Molecules**, v. 19, n. 11, p. 17137-17140, nov. 2014. DOI: 10.3390/molecules191117130. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules191117130>. Acesso em: 29 mar. 2024.

MEJIAS, R. G. Bioeconomia e suas aplicações. **R. ÍANDÉ – Ciências e Humanidades**, São Bernardo do Campo, v. 2, n. 3, p. 105-121, jul. 2019. DOI: 10.36942/iande.v2i3.87. Disponível em: <https://doi.org/10.36942/iande.v2i3.87>. Acesso em: 26 mar. 2024.

MIRANDA JÚNIOR, R. N. C. *et al.* Antiplasmodial activity of the andiroba (*Carapa guianensis* Aubl., Meliaceae) oil and its limonoid-rich fraction. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 142, n. 3, p. 679-683, ago. 2012. DOI: 10.1016/j.jep.2012.05.037. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.05.037>. Acesso em: 29 mar. 2024.

NASCIMENTO, J. F.; PACHEKOSKI, W. M.; VICINO, J. R. L. (Inventores). Depositante: PHB Industrial. **Composition for preparing a degradable polyol polyester, process for obtaining a polyol polyester, an elastomer, foams, paints and adhesives, and a degradable polyol polyester foam**. Brasil BRPI0600782. 2006a.

NASCIMENTO, J. F.; PACHEKOSKI, W. M.; VICINO, J. R. L. (Inventores). Depositante: PHB Industrial. **Composition for preparing a biodegradable polyurethane- based foam and a biodegradable polyurethane foam**. Brasil BRPI0600784. 2006b.

NASCIMENTO, J. F.; PACHEKOSKI, W. M.; AGNELLI, J. A. M. (Inventores). Depositante: PHB Industrial. **Environmentally degradable polymeric composition and method for obtaining an environmentally degradable polymeric composition**. Brasil BRPI0600787. 2006a.

NASCIMENTO, J. F.; PACHEKOSKI, W. M.; AGNELLI, J. A. M. (Inventores). Depositante: PHB Industrial. **Environmentally degradable polymeric blend and process for obtaining an environmentally degradable polymeric blendn**. Brasil BRPI0600681. 2006b.

NATURA. **Nossa história**. 2024. Disponível em: <https://www.natura.com.br/a-natura-nossa-historia>. Acesso em: 28 mar. 2024.

ORBIT INTELLIGENCE. **Base de dados**. 2024. Disponível em: <https://www.orbit.com/>. Acesso em: 27 mar. 2024.

PINTO, L. M. C. V.; RODRIGUEZ, D. D. P. (Inventores). Depositante: Natura Cosméticos S.A. **Probiotic cosmetic compositions and use of the probiotic cosmetic compositions**. EPO EP3456312. 2016.

PIRES, E. A. *et al.* Produção científica e tecnológica: relação entre artigos e patentes de universidades do nordeste do Brasil. In: CONGRESSO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTÃO DA TECNOLOGIA, 16., Trabalho 34. 2015, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://altec2015.nitec.co/altec/papers/34.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2024.

PONTES, S. R. L. *et al.* Caracterização fotofísica e avaliação da atividade angiogênica do óleo da andiroba (*Carapa guianensis*). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 20, n. 2, p. 124-131, ago. 2018. Disponível em: https://www.sbpmed.org.br/admin/files/papers/file_NXHowKMw1Lud.pdf. Acesso em: 20 mar. 2024.

QUESTEL. **Orbit Intelligence**. 2024. Disponível em: <https://www.questel.com/patent/ip-intelligence-software/orbit-intelligence/>. Acesso em: 25 mar. 2024.

REIS, A. S.; SANTOS, A. S. Relevances of Ethnobotanical, Chemical and Biotechnological Aspects of Andiroba (*Carapa* spp.) as a Source of Applications in Strategic Sectors. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 18, n. 2, e03660, p. 1-15, 2024. DOI: 10.24857/rgsa.v18n2-037. Disponível em: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n2-037>. Acesso em: 20 mar. 2024.

SAMPAIO NETO, O. Z.; BATISTA, E. A. C.; MEIRELLES, A. J. A. Potencial de oleaginosas nativas do desenvolvimento de cadeias produtivas da biodiversidade brasileira. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 54, p. 537-559, jul.-dez. 2020. DOI: 10.5380/dma.v54i0.71934. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v54i0.71934>. Acesso em: 26 mar. 2024.

SANTOS, A. C. J.; BOMFIM, E. R. (Inventores). Depositante: Argemiro Correia Junior Santos. **Produto fitoterápico anti-inflamatório, cicatrizante e analgésico**. Brasil BR102014020876. 2014.

SCATASSINI, V. B.; MOURA, A. M. M. Relação entre produção de artigos científicos e patentes da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e o financiamento de pesquisa. **RICI: R. Ibero-amer. Ci. Inf.**, Brasília, v. 13, n. 3, p. 915-935, set.-dez. 2020. DOI: 10.26512/rici.v13.n3.30936. Disponível em: <https://doi.org/10.26512/rici.v13.n3.30936>. Acesso em: 27 mar. 2024.

SCOPUS. **Base de dados**. 2024. Disponível em: <https://www.scopus.com/home.uri>. Acesso em: 27 mar. 2024.

SILVA, D. F. *et al.* PCL/andiroba oil (*Carapa guianensis* aubl.) hybrid film for wound healing applications. **Polymers**, v. 13, n. 10, 1591, p. 1-15, maio 2021. DOI: 10.3390/polym13101591. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/polym13101591>. Acesso em: 29 mar. 2024.

SILVA, O. S. *et al.* The use of andiroba *Carapa guianensis* as larvicide against *Aedes albopictus*. **J. Am. Mosq. Control Assoc.**, v. 20, n. 4, p. 456-457, dez. 2004. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15669392/>. Acesso em: 29 mar. 2024.

VANZ, A. L. S.; KREUTZ, F. T. (Inventores). Depositante: Fernando Thome Kreutz. **Larvicide compositions and methods**. Brasil BR102017009855. 2017.

VON YSENBURG-PHILIPPSEICH, A. M. F. G. *et al.* (Inventores). Depositante: Natura Cosméticos S.A. **Compositions for long-lasting moisturizing cosmetic formulation comprising ucuuba butter with high concentration of myristic acid, as well as the use of said formulation for the preparation of a highly moisturizing cosmetic product and kit**. EPO EP3284521. 2016.

WILLE, C. L. *et al.* Use of andiroba oil to control *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in different fruit hosts. **Revista Colombiana de Entomologia**, v. 47, n. 1, e7698, p. 1-04, abr. 2021. DOI: 10.25100/socolen.v47i1.7698. Disponível em: <https://doi.org/10.25100/socolen.v47i1.7698>. Acesso em: 28 mar. 2024.

YAMAUCHI, R. H. (Inventor). Depositante: Roberto Hideo Yamauchi. **Lenço umedecido de bolso descartável repelente de insetos**. Brasil BRPI0805486. 2008a.

YAMAUCHI, R. H. (Inventor). Depositante: Roberto Hideo Yamauchi. **Hidratante corporal em barra repelente de insetos**. Brasil BRPI0805097. 2008b.

YAMAUCHI, R. H. (Inventor). Depositante: Roberto Hideo Yamauchi. **Hidratante corporal em loção repelente de insetos**. Brasil BRPI0803940. 2008c.

YAMAUCHI, R. H. (Inventor). Depositante: Roberto Hideo Yamauchi. **Sais de banho repelente de insetos**. Brasil BRPI0804328. 2008d.

YAMAUCHI, R. H. (Inventor). Depositante: Roberto Hideo Yamauchi. **Espuma de banho repelente de insetos**. Brasil BRPI0803939. 2008e.

YAMAUCHI, R. H. (Inventor). Depositante: Roberto Hideo Yamauchi. **Sabonete para banho em barra repelente de insetos**. Brasil BRPI0800726. 2008f.

YAMAUCHI, R. H. (Inventor). Depositante: Roberto Hideo Yamauchi. **Shampoo líquido repelente de insetos**. Brasil BRPI0804327. 2008g.

YAMAUCHI, R. H. (Inventor). Depositante: Roberto Hideo Yamauchi. **Shampoo em barra repelente de insetos**. Brasil BRPI0803945. 2008h.

YAMAUCHI, R. H. (Inventor). Depositante: Roberto Hideo Yamauchi. **Condicionador de cabelo repelente de insetos**. Brasil BRPI0803941. 2008i.

Sobre os Autores

Carolina Barros da Costa

E-mail: carolinabc962@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5808-9425>

Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia em 2023.

Endereço profissional: IFRO, Câmpus Porto Velho Calama, Av. Calama n. 4.985, Bairro Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho, RO. CEP: 76820-441.

Jeane da Silva Rodrigues

E-mail: rj.jeanerodrigues@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1607-9491>

Especialista em Gestão e Planejamento em Políticas Públicas: Projetos e Serviços Sociais pelo Centro Universitário Aparício Carvalho-FIMCA em 2018. Mestranda do Profnit/IFRO.

Endereço profissional: IFRO, Câmpus Porto Velho Calama, Av. Calama n. 4.985, Bairro Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho, RO. CEP: 76820-441.

Kaio Alexandre da Silva

E-mail: kaio.silva@ifro.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4316-012X>

Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia pela Fiocruz Rondônia em 2025. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia.

Endereço profissional: IFRO, Câmpus Porto Velho Calama, Av. Calama n. 4.985, Bairro Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho, RO. CEP: 76820-441.

Márcio Rodrigues Miranda

E-mail: marcio.miranda@ifro.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4111-9879>

Doutor em Ciências Biológicas (Biofísica) pelo Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho em 2010. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia e do Mestrado Profnit/IFRO.

Endereço profissional: IFRO, Câmpus Porto Velho Calama, Av. Calama n. 4.985, Bairro Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho, RO. CEP: 76820-441.