

Estudo de atividades biológicas e aplicações de componentes da planta *Plumeria pudica* Jacq.: uma prospecção científica e tecnológica com ênfase na atividade antimicrobiana

Study of biological activities and component applications of *Plumeria pudica* Jacq.: A scientific and technological prospecting with emphasis on antimicrobial activity

Estudio de las actividades biológicas y aplicaciones de los componentes vegetales *Plumeria pudica* Jacq.: una prospección científica y tecnológica con énfasis en la actividad antimicrobiana

Recebido: 24/05/2022 | Revisado: 09/06/2022 | Aceito: 10/06/2022 | Publicado: 19/06/2022

Ana Clara Silva Sales

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4978-235X>
Universidade Federal do Delta do Parnaíba, Brasil
E-mail: clarasales02@gmail.com

Lucas Arruda Moita

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9713-7091>
Universidade Federal do Delta do Parnaíba, Brasil
E-mail: lucasarrudamoita@gmail.com

Bruna da Silva Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3729-4316>
Universidade Federal do Delta do Parnaíba, Brasil
E-mail: bruna_silvasouza@hotmail.com

Thalis Ferreira de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1258-0375>
Universidade Federal do Delta do Parnaíba, Brasil
E-mail: thalisf90@gmail.com

Gabriella Linhares de Andrade

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2481-9646>
Universidade Federal do Delta do Parnaíba, Brasil
E-mail: gabriellalinhaires9@gmail.com

Francisca Dayane Soares da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2465-2025>
Universidade Federal do Delta do Parnaíba, Brasil
E-mail: daianejanjao19@hotmail.com

Jefferson Soares de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4192-8238>
Universidade Federal do Delta do Parnaíba, Brasil
E-mail: jefferson.oliveira@gmail.com

Resumo

Nesta prospecção, objetivou-se realizar um estudo sobre atividades biológicas e aplicações tecnológicas já descritas para produtos provenientes da planta *Plumeria pudica*, com especial destaque para as eventuais aplicações destas substâncias enquanto agentes antibacterianos e antifúngicos. Para isso, foram obtidas informações sobre artigos científicos nas bases Scielo, Scopus, Science Direct, Web of Science e PubMed, bem como sobre documentos de patentes nas bases INPI, USPTO, EPO, WIPO e LATIPAT, com o uso de palavras-chave e operadores booleanos específicos, sempre utilizados no campo de busca relativo título, resumo e palavras-chave dos trabalhos. Desse modo, verificou-se que em bases de dados internacionais de artigos científicos, poucos são os trabalhos publicados envolvendo a espécie, bem como, um número relativamente baixo de documentos de patentes. Conclui-se que, de modo geral nas bases de dados, tanto a produção científica em artigos, quanto os pedidos de depósito de patentes são escassos. Isso demonstra que há grandes oportunidades de pesquisa envolvendo a descrição das atividades biológicas e aplicações tecnológicas de compostos oriundos da espécie.

Palavras-chave: Apocynaceae; Nanopartículas; Antibiótico; Bactérias; Fungos.

Abstract

In this prospection, the objective was to carry out a study on biological activities and technological applications already described for products from the *Plumeria pudica* plant, with special emphasis on the possible applications of these substances as antibacterial and antifungal agents. For this, information was obtained on scientific articles in the

Scielo, Scopus, Science Direct, Web of Science and PubMed databases, as well as on patent documents in the INPI, USPTO, EPO, WIPO and LATIPAT databases, using keywords and specific boolean operators, always used in the search field relative to the title, abstract and keywords of the study. Thus, it was found that in international databases of scientific articles, there are few published studies involving the species, as well as a relatively low number of patent documents. It is concluded that, in general, in the databases, both scientific production in articles and patent applications are scarce. This demonstrates that there are great opportunities for research involving the description of biological activities and technological applications of compounds from the species.

Keywords: Apocynaceae; Nanoparticles; Antibiotic; Bacteria; Fungi.

Resumen

En esta prospección se tuvo como objetivo realizar un estudio sobre las actividades biológicas y aplicaciones tecnológicas ya descritas para los productos de la planta *Plumeria pudica*, con especial énfasis en las posibles aplicaciones de estas sustancias como agentes antibacterianos y antifúngicos. Para ello se obtuvo información de artículos científicos en las bases de datos Scielo, Scopus, Science Direct, Web of Science y PubMed, así como de documentos de patentes en las bases de datos INPI, USPTO, EPO, WIPO y LATIPAT, utilizando palabras clave y operadores booleanos específicos, siempre utilizado en el campo de búsqueda relativo al título, resumen y palabras clave de los trabajos. Así, se encontró que en las bases de datos internacionales de artículos científicos, existen pocos trabajos publicados que involucren a la especie, así como un número relativamente bajo de documentos de patentes. Se concluye que, en general, en las bases de datos, tanto la producción científica en artículos como las solicitudes de patentes son escasas. Esto demuestra que existen grandes oportunidades para la investigación que involucre la descripción de actividades biológicas y aplicaciones tecnológicas de compuestos de la especie.

Palabras clave: Apocynaceae; Nanopartículas; Antibiótico; Bacterias; Hongos.

1. Introdução

A *Plumeria pudica* Jacq. (1760) é um membro da família Apocynaceae, conhecida por sua intensa produção de látex, frequentemente referida como Frangipani Branco ou Buquê de noiva. É originária da América do Sul e Central e cultivada em diferentes partes do mundo, como Panamá, Colômbia, Venezuela, Cuba e Brasil (Fernandes et al., 2015; Oliveira et al., 2021; Suriyakala et al., 2021; Tellez; Santos, 2017; Souza et al., 2021).

Esta espécie é comumente conhecida por seus atributos espirituais e cosméticos. Também é amplamente utilizada como um produto médico para tratar infecções e doenças digestivas. Além disso, possui propriedades anti-inflamatórias, antipiréticas, antitumorais, antimicrobianas, diuréticas, citotóxicas, antialérgicas, antiulcerativa, antioxidantes e é útil para tratamentos de hanseníase, ascite, dermatoses e dores de dente (Fernandes et al., 2015; Suriyakala et al., 2021; Oliveira et al., 2021). Acredita-se que esta apresente atividades biológicas devido à presença de algumas moléculas, como taninos, alcaloides, flavonoides, iridoides e proteínas. No extrato das folhas observou-se a presença de taninos, esteroides e alcaloides. Já o látex é rico em proteínas, tais como, proteases cisteínica, serínicas, metaloproteínas, quitinases e inibidores de cisteína e serino proteases (Das et al., 2021; Santana et al., 2018; Oliveira et al., 2019).

O conjunto de doenças ou distúrbios causados por microrganismos patogênicos (bactérias, vírus, fungos, protozoários, parasitas) que afetam diretamente a saúde humana é dominado de doenças infecciosas (Singh et al., 2014). Apesar do progresso significativo nos últimos séculos, essas doenças tornaram-se um problema no âmbito econômico e social, bem como para a saúde pública (Sharmin et al., 2021). A resistência antimicrobiana é um fenômeno natural, no entanto esse processo foi aperfeiçoado devido a fatores como o uso excessivo, subutilização e uso indevido de antimicrobianos tanto em humanos quanto em animais (Dhingra et al., 2020). Além disso, a alta capacidade de mutação e as rápidas alterações da morfologia dos microrganismos podem levar à resistência microbiana (Sharmin et al., 2021).

A disseminação dessa resistência não foi seguida pelo desenvolvimento de novos antimicrobianos, já que a descoberta de medicamentos e a realização de ensaios clínicos com novos antimicrobianos demoram muito tempo, e apenas alguns desses novos agentes são realmente aprovados para uso, por isso os esforços para o desenvolvimento de alternativas aos antimicrobianos tradicionais têm sido propostas (Cheng et al., 2016).

Nanomateriais são caracterizados como aqueles que possuem pelo menos uma dimensão (1–100 nm) na escala

nanométrica ou cuja unidade básica no espaço tridimensional esteja nessa faixa (Edmundson et al., 2013). Nanopartículas (NPs) a base de ouro, prata, platina e dentre outros têm sido utilizadas no campo da nanobiomedicina por suas propriedades distintas (Sharmin et al., 2021). Diferentes tipos de NPs estão sendo estudadas e mecanismos para combater a resistência microbiana foram sugeridos, algumas dessas NPs por exemplo destacam-se por apresentarem, dentre outras atividades, intensa toxicidade para diversos microrganismos (Dizaj et al., 2015; Palza, 2015; Hoseinzadeh et al., 2017). As nanopartículas metálicas são as nanopartículas inorgânicas mais populares e mais utilizadas no campo biomédico, sendo descritas como um recurso promissor contra a resistência aos antibióticos tradicionais (Wang; Hu; Shao, 2017; Schröfel et al., 2014; Logeswari et al., 2015). Produtos vegetais são descritos com potencial aplicação na nanotecnologia para a obtenção de nanomateriais (Senthil et al., 2017; Rajkuberan et al., 2017; Ping et al., 2018). Além disso, têm sido considerados como uma alternativa aos antimicrobianos podendo prevenir a resistência microbiana aos medicamentos em certos casos (Wang, Hu, Shao, 2017).

O mecanismo inibitório causado pelas nanopartículas ainda não está totalmente explicado, no entanto a atividade antimicrobiana tem sido associada à interação direta com bactérias e fungos por meio da parede/membrana celular e prevenção da formação de biofilme. Além disso, NPs também tem demonstrado potente ação antibacteriana/ efeitos antifúngicos através da geração da imunidade inata juntamente com a imunidade adaptativa do hospedeiro respostas, produção de oxigênio reativo tóxico espécie (EROs), e estimulação de efeitos (por exemplo, ruptura de enzimas, danos ao DNA, e danos proteicos) (Wang, Hu, Shao, 2017; Sharmin et al., 2021).

Os estudos com foco na Prospecção Tecnológica são considerados essenciais, uma vez que constituem uma ferramenta básica de orientação para o desenvolvimento de tecnologias, além de apresentaram subsídios necessários para ampliar a capacidade de antecipação e organização dos sistemas de inovação, tanto no meio empresarial, quanto no âmbito acadêmico (Rocha et al., 2020). Já as informações tecnológicas provenientes dos documentos de patentes são consideradas indicadores das atividades relacionadas a Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) e aos avanços tecnológicos na área da ciência e tecnologia (Santos & Kalid, 2020).

Tendo em vista o exposto, o objetivo desse trabalho foi realizar uma prospecção tecnológica e científica referente a planta *Plumeria pudica*, no sentido de mapear as pesquisas já desenvolvidas sobre a espécie, com especial destaque para eventuais aplicações biológicas e nanotecnológicas com ênfase na atividade antimicrobiana. Além disso, realizar uma busca nos bancos de dados de depósitos de patentes nacionais e internacionais.

2. Metodologia

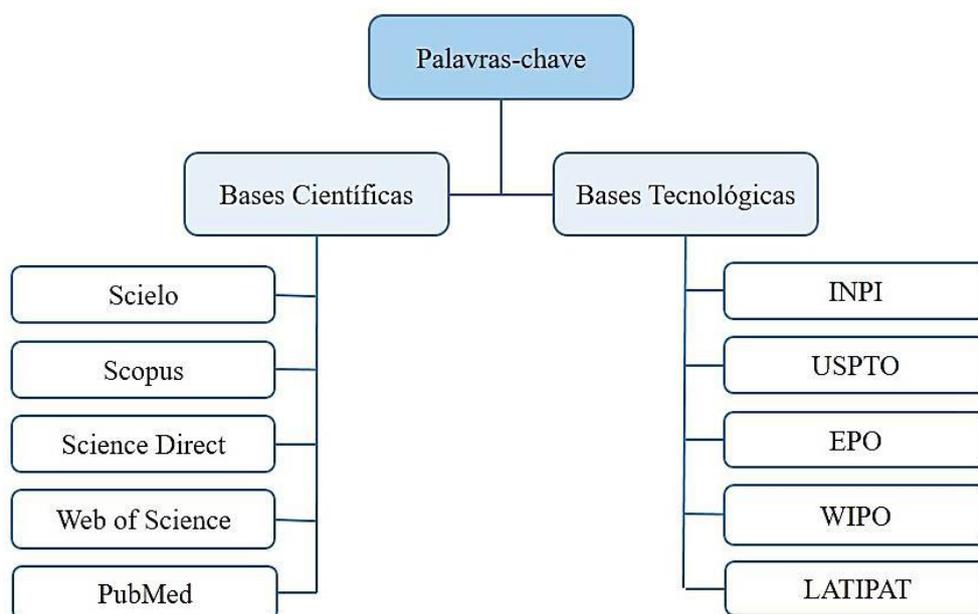
Kupfer e Tigre (2004), definem a prospecção tecnológica como um esforço sistemático no mapeamento do desenvolvimento científico e tecnológico futuro, capaz de influenciar significativamente uma indústria, economia e sociedade. Ainda segundo Tigre (2006), oferece a análise de fatores imbuídos no processo de inovação, suas interrelações, para que se possa prever, caracterizar e compreender potencialidades e efeitos das mudanças tecnológicas.

Partindo dessa perspectiva, o mapeamento envolvendo a espécie *P. pudica* ocorreu por meio de buscas em bancos de dados nacionais e internacionais de artigos científicos e patentes, tais como: Scientific Electronic Library Online (SciELO), Scopus, Science Direct, PubMed e Web of Science, para artigos, e Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI), United States Patent and Trademark Office (USPTO), European Patent Office (EPO), World Intellectual Property Organization (WIPO), Banco de Patentes Latinoamericanas (LATIPAT), para as patentes. As bases aqui utilizadas são exemplificadas na Figura 1.

As buscas foram realizadas durante o período de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022, foram utilizados os registros encontrados nas bases até a data da realização da prospecção, em que se considerou os documentos. Para tanto, considerou-se os documentos em inglês, que apresentaram no título e/ou no resumo a palavras-chave “*Plumeria pudica*” de forma isolada

e/ou em combinação com “nanotechnology”, “nanoparticles”, “antibacterial” e “antifungal” em todas as bases utilizadas na pesquisa. Além das palavras-chave, a pesquisa foi realizada com a utilização de alguns recursos, como as aspas, para ajudar a obter o maior número possível de documentos juntamente com o operador booleano AND entre as palavras. Como critério de inclusão dos artigos no trabalho, foram considerados apenas aqueles que apresentavam correlações com o tema de pesquisa e/ou correlacionavam compostos químicos da espécie *P. pudica* com atividade biológica/biotecnológica. Além disso, para os dados obtidos com a prospecção científica dos artigos, considerou-se o conteúdo científico abordado no trabalho acadêmico, enquanto para as patentes depositadas, avaliou-se a Classificação Internacional de Patentes (CIP) e ano de depósito (adaptado de Lima et al., 2015; Sousa et al., 2020).

Figura 1 - Organograma das bases de dados utilizadas para o desenvolvimento da prospecção científica e tecnológica acerca da temática do artigo.



Fonte: Autores (2022).

3. Resultados e Discussão

A pesquisa e o mapeamento de informações são tidos como uma ferramenta importante para reunir dados relevantes na literatura e conseqüentemente abrir perspectivas para novos estudos (Soares et al., 2020). Os resultados da prospecção científica e tecnológica, em bases nacionais e internacionais de publicação de artigos e de depósito de patentes, elucidam as tecnologias e estudos desenvolvidos com as palavras-chave inseridas nas buscas. De imediato, percebe-se a discrepância dos resultados obtidos entre a prospecção tecnológica e a prospecção científica, já que há mais produções de artigos do que pedidos de patentes. Para modificar esse parâmetro, maior incentivo e investimentos em estudos com a espécie podem ser realizados, uma vez que quanto mais estudos forem realizados e publicados, mais conhecida será a espécie, o que conseqüentemente pode gerar maior interesse por ela, reiniciando o ciclo de produção científica e tecnológica.

3.1 Prospecção científica

A busca nos bancos de dados de artigos científicos do SciELO, Scopus, Web of Science e PubMed revelou diversos

artigos para as palavras-chave utilizadas. Os dados referentes a quantidade de artigos para cada base encontram-se sumarizados a seguir, na Tabela 1.

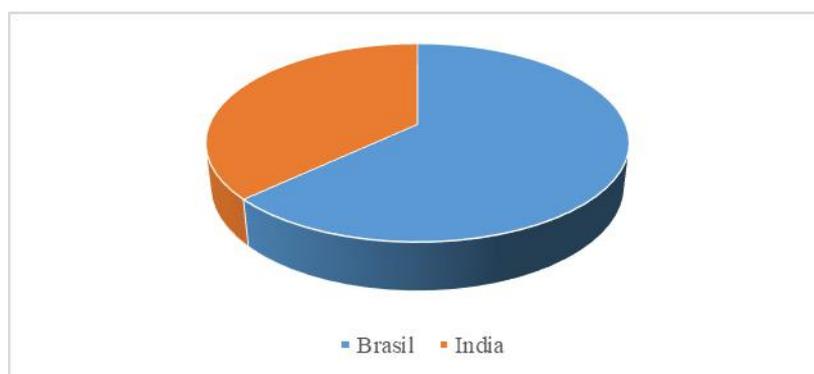
Tabela 1 - Bases de dados científicos e palavras-chave utilizadas na pesquisa.

	<i>Scielo</i>	<i>Scopus</i>	<i>Science Direct</i>	<i>Web of Science</i>	<i>PubMed</i>
Palavras-chave					
<i>Plumeria pudica</i>	1	22	4	10	8
<i>Plumeria pudica and nanotechnology</i>	0	0	0	0	1
<i>Plumeria pudica and nanoparticles</i>	0	1	1	1	0
<i>Plumeria pudica and antibacterial</i>	0	4	1	1	2
<i>Plumeria pudica and antifungal</i>	0	1	0	0	0

Fonte: Autores (2022).

Avaliando os resultados, foi possível constatar uma predominância de estudos com a espécie no Brasil e na Índia, com uma maior quantidade de trabalhos encontrados para o Brasil (Figura 2). Esse cenário pode estar relacionado devido a abundância da espécie na região nordeste do país, possibilitando assim uma maior disponibilidade de material para o desenvolvimento de pesquisas (Fernandes et al., 2015).

Figura 2 - Resultados de estudos publicados quanto aos países.

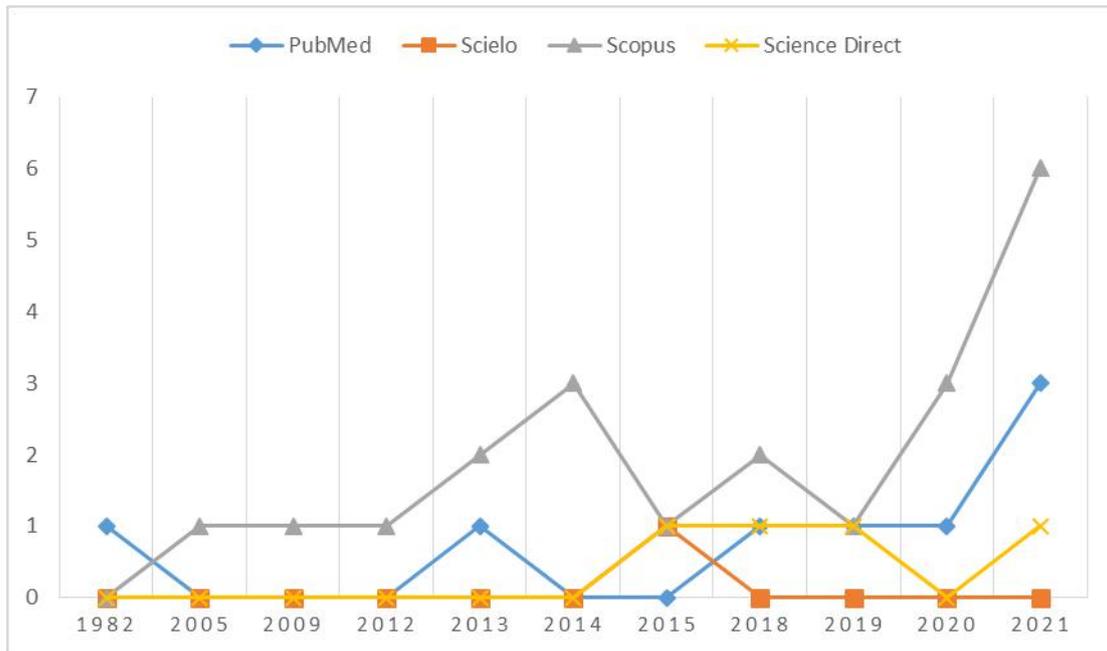


Fonte: Autores (2022).

Em relação aos resultados obtidos, o maior número de artigos encontrados, utilizando a palavra *Plumeria pudica*, foi na base de dados do Scopus, com um total de 22 artigos, seguido de Web of Science com 10 e PubMed com 8 artigos, tendo as outras bases de dados apresentado resultados inferiores de artigos científicos, como é possível visualizar na Figura 3.

Observou-se uma quantidade pequena de artigos publicados sobre a espécie, pois, ao analisá-los foi possível perceber que estes se repetiam nas diversas bases de dados pesquisadas. Além disso, é importante salientar que, alguns artigos possuíam apenas algum termo/palavra relacionados à pesquisa, como por exemplo, artigos que apresentavam o termo “Plumeria” se referindo ao gênero e não a espécie em questão, e/ou “pudica” mencionando outra espécie de planta, assim não tratando-se da temática proposta.

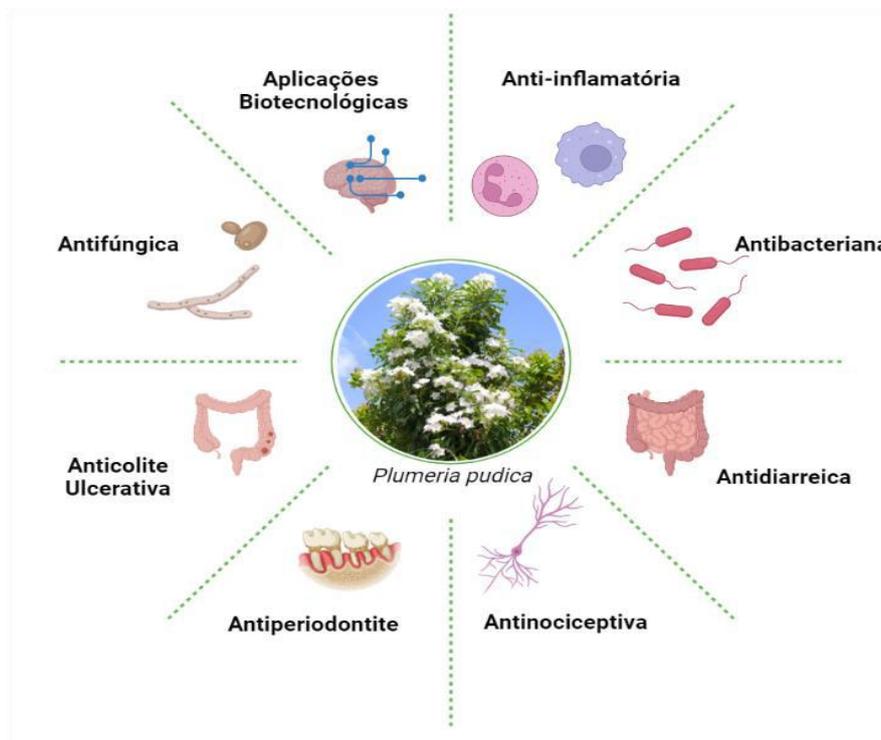
Figura 3 - Número de publicações sobre “*Plumeria pudica*” entre os anos de 1982 a 2021.



Fonte: Autores (2022).

Os estudos farmacológicos encontrados abordam sobre compostos bioativos, perfil fitoquímico e propriedades biológicas com a finalidade de obter possíveis bioprodutos. As principais potencialidades farmacológicas encontradas nas publicações apontam para modelos de avaliação de atividade anti-inflamatória. Entretanto, alguns artigos também avaliaram a atividade antimicrobiana frente a bactérias e fungos. Além disso, um dos resultados obtidos os autores trabalharam na aplicação biotecnológica das moléculas presentes na espécie, com a finalidade de obter nanopartículas de prata. Nesse sentido, as pesquisas revelam que a espécie apresenta propriedades terapêuticas importantes, com aplicação em diferentes áreas (Figura 4).

Figura 4 - Atividades biológicas da espécie *Plumeria pudica*.



Fonte: Autores (2022).

Um estudo investigativo utilizando proteínas obtidas de uma fração do látex de *Plumeria pudica* (PLPp) evidenciou a potencial anti-inflamatório e antinociceptivo da fração proteica (Fernandes et al., 2015). Posteriormente, Santana et al. (2018), utilizando a mesma fração, observaram uma atividade benéfica na diarreia inflamatória induzida por óleo de rícino e pela toxina da cólera. O trabalho desenvolvido por Oliveira et al. (2019) avaliou o efeito protetor das proteínas do látex de *P. pudica* na colite ulcerativa induzida por ácido acético, um modelo experimental de caráter inflamatório que afeta o cólon intestinal dos animais. Outro estudo desenvolvido por Oliveira et al. (2021) observaram que PLPp promoveram redução dos efeitos locais e sistêmicos provocados pelo modelo de periodontite induzida por ligadura em ratos. Além disso, observando esse potencial anti-inflamatório presente nas moléculas provenientes do látex de *P. pudica*, Souza et al. (2020) levantaram a hipótese de que a fração do látex também tenha efeito sobre a lesão hepática induzida pelo uso do paracetamol, uma vez que a ação protetora avaliada nas proteínas do látex foi capaz de reduzir ou preservar marcadores bioquímicos que estão envolvidas em processos de inflamação e estresse oxidativo. As pesquisas que utilizam os o látex de *P. pudica* têm destacado o seu alto potencial dessa planta como fonte de possíveis novos fármacos.

Das et al., (2021) cita que extratos de folhas de *P. pudica* contêm compostos bioativos que podem ser usados como agente bactericida de amplo espectro. O extrato de acetato de etila apresentou as maiores zonas de inibição contra as cepas de *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus mycoides*, *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas fluorescens*, com inibição máxima para *Escherichia coli*. Os testes indicaram que os três extratos de solvente produziram atividades bactericidas. Além disso, um outro estudo também testou o extrato das folhas da espécie contra leveduras. A zona de inibição do extrato hidroalcoólico frente a *Candida albicans* foi considerada estatisticamente significativa quando comparados com o fármaco padrão anfotericina B (Shriwas et al., 2021). Fica evidente sua atividade contra microrganismos patogênicos, principalmente as bactérias, associadas a resistências aos medicamentos comercializados e que podem afetar a saúde de milhões de pessoas ao redor do mundo.

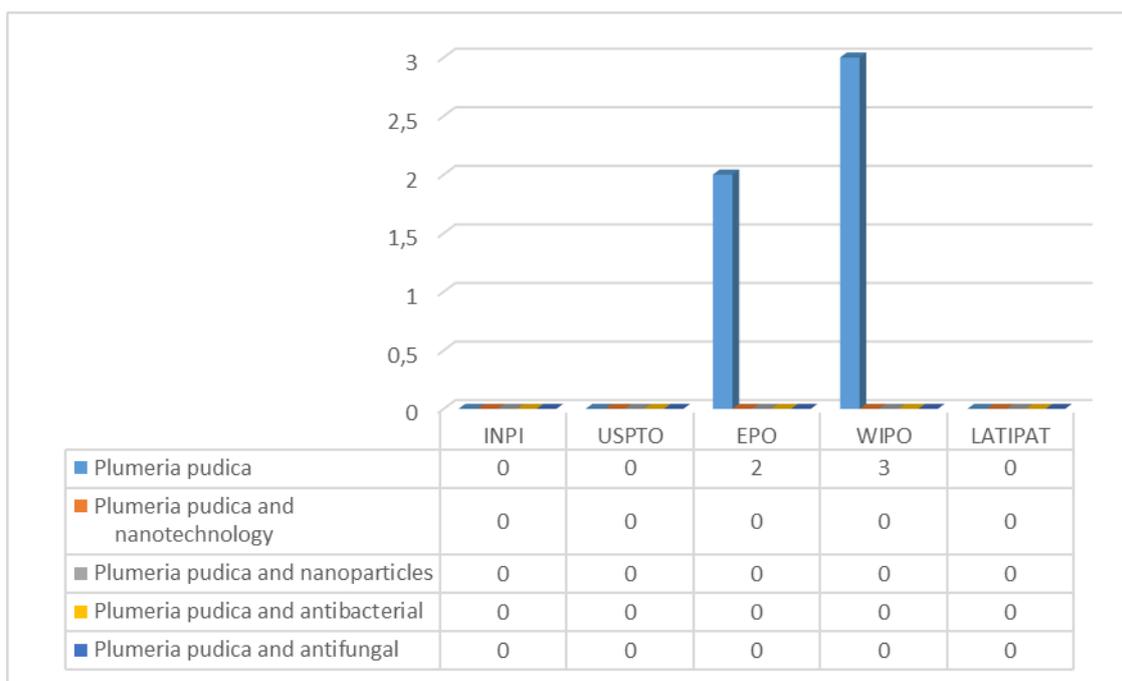
Além de aplicações farmacológicas e biológicas, foi encontrada aplicação biotecnológica de moléculas presentes no

extrato das flores de *P. pudica*. As flores de *P. pudica* apresentaram um papel duplo na síntese de nanopartículas de prata (PP-AgNPs), atuando como agentes redutores e estabilizadores. Com base nas caracterizações, as PP-AgNPs apresentaram morfologia esférica com tamanho de 27,1 nm sendo consideradas estáveis. A atividade antibacteriana das PP-AgNPs demonstrou maior inibição contra *E. coli*, além de ter auxiliado na prevenção ou diminuição dos danos causados pelo estresse oxidativo. As PP-AgNPs também apresentaram efeito anticâncer na linhagem celular HepG2 atuando na produção de espécies reativas de oxigênio induzida e na apoptose. Ainda exibiram atividade larvicida contra *Culex quinquefasciatus* e inibindo efetivamente a produção de acetilcolinesterase. Além disso, os PP-AgNPs foram reutilizados na degradação fotocatalítica de azul de metileno e duraram até quatro ciclos (Suriyakala et al., 2021).

3.2 Prospecção tecnológica

A partir dos resultados encontrados, verifica-se que o número de patentes nacionais e internacionais ainda é baixo. Os bancos de dados de pedidos de patentes apresentaram apenas 5 resultados referentes a *Plumeria pudica*, sendo estes incluídos nas bases EPO e WIPO (Figura 5). No entanto, ao avaliar os resultados, apenas 2 dos pedidos abordaram a temática relacionada à pesquisa.

Figura 5 - Bancos de dados de patentes e descritores utilizados na pesquisa.



Fonte: Autores (2022).

Na análise individual das patentes foi possível perceber que ambas as solicitações foram depositadas e analisadas entre o período de dezembro de 2020 e março de 2021, sendo estas, publicadas no mês de abril de 2021. Sobre a evolução temporal dos depósitos de patentes, pode-se verificar que não houve registros de 2020, o que nos permite constatar, a lacuna tecnológica existente para a espécie, evidenciando a necessidade de realização de mais estudos prospectivos ao passo em que demonstra ser um campo de pesquisa promissor, com amplas possibilidades de exploração.

No que se refere à Classificação Internacional de Patentes (CIP) nota-se que a ambos os pedidos de depósito de patente foram incluídos na categoria A61K relativa a Aplicações nas Ciências Médicas e Veterinárias, independente dessa possível reclassificação, pode-se constatar que, a área de maior desenvolvimento tecnológico para a espécie envolve produtos

voltados para fins terapêuticos.

As patentes analisadas envolvem formulações contendo extratos das folhas de *P. pudica*. Uma delas foi identificada pelo número de registro 202121012707. A presente invenção fornece formulações transdérmicas, particularmente na forma de um adesivo, compreendendo o extrato vegetal obtido das folhas da espécie, para o tratamento de infecções de pele. A segunda foi identificada pelo número 20221054861, referindo-se a formulação polihierbal (pomada) preparada utilizando extrato das folhas de *Plumeria pudica*, raízes de *Achyranthes aspera*, as raízes de *Clitoria ternatea* e folhas de *Ipomea cairica*, que pode ser utilizada no tratamento de infecções vaginais, como vaginite causada por *Candida albicans*. Ambas solicitadas por um grupo de pesquisa que desenvolve suas atividades de pesquisa na Índia. Embora haja produção científica por pesquisadores brasileiros, verifica-se que não há depósitos de patentes, demonstrando que ainda há pouco direcionamento das pesquisas no Brasil para patentes e desenvolvimento de produtos naturais nas indústrias nacionais.

4. Considerações Finais

Os resultados expostos neste trabalho mostram que, existe um interesse tanto científico quanto tecnológico na espécie *Plumeria pudica*, no entanto, de maneira geral, a produção científica ainda é escassa, bem como, o desenvolvimento de novas tecnologias. Assim abrindo espaço para novas investigações das atividades biológicas e propriedades biotecnológicas. No que se refere às patentes, foram encontradas apenas duas patentes na categoria A61K relativa a Aplicações nas Ciências Médicas e Veterinárias.

Fazendo uma relação entre Patentes versus Publicações Científicas, é possível observar maior atenção com as produções científicas, havendo um maior número destas publicações em detrimento dos depósitos de patentes. Contudo, observa-se que a maioria das atividades descritas na literatura não possuem registro de patente, sendo necessário maior incentivo e investimento quanto à aplicação tecnológica de extratos e biomoléculas obtidas de *Plumeria pudica*. Destaca-se a necessidade da continuidade das pesquisas básicas até o desenvolvimento final de produtos no Brasil, para valorização científica, bem como garantir o direito dos inventores de beneficiar-se comercialmente da sua produção intelectual, incentivando a continuidade de pesquisas da biodiversidade e os recursos vegetais.

Uma vez que a *P. pudica* é frequentemente encontrada na América do Sul, mais especificamente no Nordeste do Brasil surge como um dos países com grande facilidade de exploração dessa planta, aumentando assim as possibilidades não somente de produção científica, como também a geração de novas patentes.

As patentes analisadas deixam claro que a planta *P. pudica* apresenta grande potencial para o desenvolvimento de produtos que visem o tratamento de diversas patologias encontradas nos seres humanos, vindo a servir tanto como fitoterápicos e/ou complementos alimentares, como também, em cremes de uso tópico e outros produtos higiênicos.

Por fim, notam-se oportunidades de pesquisa no que se refere à exploração de atividade biológica de compostos provenientes da espécie. Observa-se ainda que, apenas um estudo descreve a aplicação dessas moléculas na nanotecnologia, além de não haver documento de patente relatando-a, torna-se relevante a pesquisa nessa área pouco explorada.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI), pelas bolsas de estudo.

Referências

Das, S., Burman, S. & Chandra, G. (2021). In-vitro Bactericidal Activity of a Novel Plant Source *Plumeria pudica* against Some Human and Fish Pathogenic Bacteria. *Current Drug Discovery Technologies*, 18(4), 503-510.

- Dhingra, S, Rahman, N. A. A., Peile, E., Rahman, M., Sartelli, M., Hassali, M. A., Islam, T., Salequl Islam, S & Mainul Haque, M. (2020). Microbial Resistance Movements: An Overview of Global Public Health Threats Posed by Antimicrobial Resistance, and How Best to Counter Front. *Public Health*, 8, 535668.
- Dizaj, S. M., Mennati, A., Jafari, S., Khezri, K. & Adibkia, K. (2015). Antimicrobial activity of carbon-based nanoparticles. *Advanced pharmaceutical bulletin*, 5(1), 19–23.
- Dwivedi S., Jain N. K., Singh N., Sharma U. & Shaikh G. Herbal Formulation For Use In Treatment Of Skin Infections. IN202121012707. Marc. 24, 2021.
- Dwivedi S., Shriwas S., Usman M. R. M, Kohli S., K S., Shrivastava, Pandey R. K., Gupta S., Chaturvedi M., Dwivedi A., Gehlot S., Pandey P. & Gupta P. (2020). Herbal Formulation for Use In Treatment Of Vaginal Candidiasis. IN20202105486. Dec. 16.
- Edmundson, M., Thanh, N. T. & Song, B. (2013). Nanoparticles based stem cell tracking in regenerative medicine. *Theranostics*, 3(8), 573-582.
- Fernandes, H. B., Machado, D. L., Dias, J. M., Brito T. V., Batista; J. A., Silva R. O., Pereira, A. C. T. C., Ferreira, G. P., Ramos, M. V., Medeiros, J. V. R., Aragão, K. S., Ribeiro, R. A., André, L. R., Barbosa, A. L. R. & Oliveira, J. S. (2015). Laticifer proteins from *Plumeria pudica* inhibit the inflammatory and nociceptive responses by decreasing the action of inflammatory mediators and pro-inflammatory cytokines. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 25(3), 269-277.
- Hoseinzadeh, E., Makhdoumi, P., Taha, P., Hossini, H., Stelling, J., Kamal, M. A. & Ashraf, G. M. A review on nano-antimicrobials: metal nanoparticles, methods and mechanisms (2017). *Current Drug Metabolism*, 18, 120-128.
- Kupfer, D. & Tigre, P. B. (2004). Prospecção tecnológica. In: Caruso, L. A. & Tigre, P. B. (Org.). Modelo SENAI de prospecção: documento metodológico. Montevideo, OIT/CINTERFOR, 77.
- Lima, D. F., Silva, R. A. O., Marques, L. G. A., Vêras, L. M. C., Simões, E. R. B., Leite, J. R. S. A., Santos, M. R. M. C. & Pessoa, C. (2015). Prospecção tecnológica do jaborandi (*Pilocarpus Microphyllus*): espécie economicamente importante no norte e nordeste do Brasil. *Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias*, 5(1), 1626-1638.
- Logeswari, P., Silambarasan, S. & Abraham, J. (2015). Synthesis of silver nanoparticles using plants extract and analysis of their antimicrobial property. *Journal of Saudi Chemical Society*, 19(3), 311–317.
- Oliveira, L. E., Moita, L. A., Souza, B. S., Oliveira, N. M., Sales, A. C., Barbosa, M. S., Silva, F. D. S., Farias, A. L. C., Lopes, V. L. R., França, L. F. C., Alves, E. H. P., Freitas, C. D. T., Ramos, M. V., Vasconcelos, D. F. P. & Oliveira, J. S. (2022). Latex proteins from *Plumeria pudica* reduce ligature-induced periodontitis in rats. *Oral Diseases*. 28(3), 786-795.
- Oliveira, N. V. M., Souza, B. S., Moita, L. A., Oliveira, L. E. S., Brito, F. C., Magalhães, D. A., Batista, J. A., Sousa, S. G., Brito, T. V., Sousa, F. B. M., Alves, E. H. P., Vasconcelos, D. F. P., Freitas, C. D. T., Ramos, M. V., Barbosa, A. L. R. & Oliveira, J. S. (2019). Proteins from *Plumeria pudica* latex exhibit protective effect in acetic acid induced colitis in mice by inhibition of pro-inflammatory mechanisms and oxidative stress. *Life sciences*, 231, 116535.
- Palza, H. (2015). Antimicrobial polymers with metal nanoparticles. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(1), 2099-2116.
- Ping, Y., Zhang, J., Xing, T., Chen, G., Tao, R., Choo & K. H. (2018). Green synthesis of silver nanoparticles using grape seed extract and their application for reductive catalysis of Direct Orange 26. *Journal Of Industrial And Engineering Chemistry*, 58, 74-79.
- Rajkuberan, C., Prabukumar, S., Sathishkumar, G., Wilson, A., Ravindran, K. & Sivaramkrishnan, S. (2017). Facile synthesis of silver nanoparticles using *Euphorbia antiquorum* L. latex extract and evaluation of their biomedical perspectives as anticancer agents *Journal of Saudi Chemical Society*, 21(8), 911-919.
- Rocha, C. A. M., Rabelo, N. L. F., Rodrigues, A. M., da Rocha, S. M., & dos Reis, H. S. (2020). Prospecção Científica e Tecnológica do Ácido Caurenico, um Diterpeno Bioativo. *Cadernos de prospecção*, 13(1), 256-256.
- Santana, L. A. B., Aragao, D. P., Araujo, T. S. L., Sousa, N. A., De Souza, L. K. M., Oliveira, L. E. S., Pereira, A. C. T. C., Ferreira, G. P., Oliveira, N. V. M., Souza, B. S., Sousa, F. B. M., Ramos, M. V., Freitas, C. D. T., Medeiros & J. V. R. Oliveira, J. S. (2018). Antidiarrheal effects of water-soluble proteins from *Plumeria pudica* latex in mice. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 97, 1147-1154.
- Santos, F. C. G. & Araújo Kalid, R. (2020). Prospecção tecnológica: um estudo das tecnologias aplicada ao beneficiamento e derivados do cacau. *Research, Society and Development*, 9(3), 24.
- Schröfel, A., Kratošová, G., Šafařík, I., Šafaříková, M., Raška, I. & Shor, L. M. (2014). Applications of biosynthesized metallic nanoparticles—a review. *Acta biomaterialia*, 10, 4023-4042.
- Sentil B., Devasena T., Prakash B. & Rajasekar A. (2017). Non-cytotoxic effect of green synthesized silver nanoparticles and its antibacterial activity. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 177, 1-7.
- Sharmin, S., Rahaman, M. M., Sarkar, C., Atolani, O., Islam, M. T. & Adeyemi, O. S. (2021). Nanoparticles as antimicrobial and antiviral agents: A literature-based perspective study. *Heliyon*, 7(3), e06456.
- Shriwas, S., Chouksey, R. & Dwivedi, S. (2021). Anti-Candida activity of few India Medicinal herbs used in the treatment of Gynecological disorders. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 14(4), 2185-2187.
- Singh, S. R., Krishnamurthy, N. B. & Mathew, B. B. (2014). A review on recent diseases caused by microbes. *Journal of Applied & Environmental Microbiology*, 2(4), 106-115.
- Sousa, P. S. A., Rodrigues, M. G. & Alvarenga, E. M. (2020). Prospecção Tecnológica, com Ênfase nas Atividades Biológicas Nematicida e Larvicida, do Óleo Essencial do Cravo-da-Índia e do Eugenol. *Cadernos de Prospecção*, 13 (1), 154-170.

Souza, B. S., Sales, A. C. S., Silva, F. D. S., Souza, T. F., Vasconcelos, D. F. P. & De Oliveira, J. S (2020). Latex Proteins from *Plumeria pudica* with Therapeutic Potential on Acetaminophen-Induced Liver Injury. *Mini-Reviews In Medicinal Chemistry*, 20, 1.

Suriyakala, G., Sathiyaraj, S., Gandhi, A. D., Vadakkan, K., Rao, U. M. & Babujanathanam, R. (2021). *Plumeria pudica* Jacq. flower extract-mediated silver nanoparticles: Characterization and evaluation of biomedical applications. *Inorganic Chemistry Communications*, 126, 108470.

Tigre, P. (2006). *Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil*. Elsevier, 282.

Wang, L., Hu, C. & Shao, L. (2017). The antimicrobial activity of nanoparticles: present situation and prospects for the future. *International journal of nanomedicine*, 12, 1227-1249.