

Prospecção Científica e Tecnológica sobre Abacaxi (*Ananas Comosus*)

Scientific and Technological Prospecting about Pineapple (*Ananas Comosus*)

Lyzette Gonçalves Moraes de Moura¹

Antônio Francisco Fernandes de Vasconcelos²

¹Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA, Brasil

²Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA, Brasil

Resumo

A espécie de abacaxi *Ananas comosus* (L.) Merr. abrange todas as cultivares de interesse frutícola, algumas endêmicas do Brasil. Este trabalho traz um levantamento de pesquisas e tecnologias relacionadas ao abacaxi (*Ananas comosus*), com o propósito de ressaltar sua importância e de estimular pesquisas de novas tecnologias. A prospecção científica foi realizada nas bases Scopus e Web of Science, e a tecnológica, nas bases Espacenet (EPO), USPTO, Derwent e Patenscope (WIPO), além das ferramentas The Lens e Patent Inspiration. Na Scopus foram obtidos 2.314 resultados e na Web of Science, 3.199. No Brasil, os números foram, respectivamente, 451 e 614. As bases Derwent, Espacenet (EPO), Patenscope (WIPO), USPTO, Lens e Patent Inspiration levaram a um total de 192 pedidos de depósito de patente. Pela Cooperative Patent Classification (CPC), há concentração de pedidos de depósito de patente nas áreas de agricultura, ciências da vida, bebidas e bioengenharia.

Palavras-chave: *Ananas comosus*. Abacaxi. Prospecção.

Abstract

The pineapple species *Ananas comosus* (L.) Merr. covers all cultivars of fruit interest, some endemic to Brazil. This work brings a survey of research and technologies related to pineapple (*Ananas comosus*), aiming to highlight its importance and stimulate research on new technologies. The scientific prospecting was carried out on the Scopus and Web of Science bases, and the technological prospecting on the Espacenet (EPO), USPTO, Derwent, and Patenscope (WIPO) bases, in addition to The Lens and Patent Inspiration tools. At Scopus, there were 2,314 results and at Web of Science, 3,199. In Brazil, the numbers were, respectively, 451 and 614. Bases Derwent, Espacenet (EPO), Patenscope (WIPO), USPTO, Lens and Patent Inspiration led to a total of 192 patent filing applications. According to the Cooperative Patent Classification (CPC), there is a concentration of patent filing applications in the areas of agriculture, life sciences, beverages and bioengineering.

Keywords: *Ananas comosus*. Pineapple. Prospecting.

Área Tecnológica: Biotecnologia. Prospecção.



1 Introdução

O abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merr.) é uma planta perene pertencente à família Bromeliaceae que apresenta, aproximadamente, 2.700 espécies, herbáceas, epífitas ou terrestres, distribuídas em 56 gêneros (ARAMPATHA; DEKKERA, 2019). Todas as cultivares de abacaxi de interesse frutícola pertencem à espécie *Ananas comosus* (L.) Merrill, que apresenta a seguinte classificação taxonômica: reino Plantae; divisão Magnoliophyta; classe: Lilipsida; ordem: Poales; família: Bromeliaceae e gênero: *Ananas* (SOUZA *et al.*, 2017).

No Brasil são encontrados mais de 40 dos gêneros conhecidos e 1.246 espécies de abacaxi, das quais 1.067 são endêmicas do território nacional, caracterizando o país como um dos maiores centros de diversidade genética do fruto no mundo (FORZZA *et al.*, 2013).

O nome científico do abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill.) é oriundo do Tupi Guarani, a língua falada pelos índios tupis, nativos que habitavam o litoral do Brasil. *Ananás*, além de ser outra denominação do fruto, provém do termo *naná*, substantivo no grau aumentativo que pode ser interpretado como “aroma grande”, “o que cheira”, e a terminologia *comosus* significa “empenachado”, referindo-se às hastes dos frutos. A designação popular, “abacaxi”, também tem origem indígena, atribuída ao termo *iwa’kati* ou *i’ba-ka’ti*, que pode ser traduzido como “fruto que cheira muito”, mas também é possível que a palavra *i’ba-ka’ti* tenha se originado pela união dos termos *i’bá*, “fruto”, e *ka’ti*, “feder” ou “cheirar fortemente”, determinando o significado de “fruto que cheira fortemente” (CHEN *et al.*, 2019; SOUZA *et al.*, 2017).

No Brasil, a palavra “abacaxi” também é empregada para designar a própria planta que lhe dá origem, embora exista a palavra “abacaxizeiro” específica para isso. A designação universal para o fruto é *ananás* ou *piña*, sendo o nome “abacaxi” praticamente restrito ao Brasil e ao Paraguai. Os espanhóis chamaram o fruto de *piña* ao conhecê-lo, em razão da semelhança com a pinha, ou estróbilos, de pinheiros. A palavra em inglês para “pinha” é *pine cone*: a designação do fruto nessa língua, *pineapple*, teria surgido da junção de *pine*, pelo seu formato, e *apple*, “maçã”, em função de sua suculência (CHEN *et al.*, 2019; SOUZA *et al.*, 2017).

O abacaxi (*Ananas comosus* L.) possui qualidades organolépticas altamente desejáveis para o consumo humano. Seu sabor é conferido principalmente pelos açúcares, ácidos e compostos voláteis na polpa do fruto, sendo que os açúcares, principalmente sacarose, frutose e glicose, representam a maior fração. Aminoácidos e proteínas são encontrados em teores baixos, mas sua capacidade antioxidante é normalmente atribuída aos compostos fenólicos, vitamina C e β -caroteno, entre outros (DEBNATH *et al.*, 2019; SOUZA *et al.*, 2017).

A produção mundial do fruto cresceu mais de 10% na última década e, segundo dados de 2019, o Brasil ocupa a terceira posição nesse *ranking*, com 8,61% (2,43 milhões de toneladas métricas), sendo precedido apenas pela Costa Rica (11,81%, 3,33 milhões de toneladas métricas) e Filipinas (9,75%, 2,75 milhões de toneladas métricas). Indonésia (7,79%), China (6,13%) e Índia (6,07%) ocupam, respectivamente, 4^a, 5^a e 6^a posições; outros países totalizam 49,84% e, individualmente, não alcançam 6,00% da produção mundial. Em território nacional, as Regiões Nordeste e Norte apresentam os maiores percentuais de produção, de 35,7% e 31,4%, respectivamente, seguidos pelo Sudeste (26,5%), Centro-Oeste (5,1%) e Sul (1,3%) (TRIDGE, 2021).

Os maiores exportadores mundiais são Costa Rica: US\$ 981 milhões (43,8% do total de abacaxi exportado), Filipinas: US\$ 323,8 milhões (14,5%), Holanda: US\$ 250,6 milhões (11,2%),

Bélgica: US\$ 97,1 milhões (4,3%) e Estados Unidos: US\$ 93,3 milhões (4,2%). Os 15 maiores exportadores somam 93,5% do total mundial de exportações, e o Brasil não se encontra entre eles, o que indica que seu maior mercado consumidor ainda é o interno. Em 2020, o Brasil exportou o volume de 312,92 mil toneladas métricas, representando um valor total de US\$ 309,63 mil. Nesse ano, os principais destinos de exportação de abacaxi do Brasil, com base no valor de exportação, foram Espanha (US\$ 194,81 mil), Alemanha (US\$ 47,23 mil) e Portugal (US\$ 40,09 mil) (TRIDGE, 2021).

Algumas das espécies endêmicas do Brasil têm possibilitado o desenvolvimento de cultivares de características únicas que representam maior atrativo comercial. Recentemente, o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) concedeu a Indicação Geográfica (IG) “Novo Remanso”, na categoria Indicação de Procedência, em nome da Associação dos Produtores de Abacaxi da Região de Novo Remanso (ENCAREM), para o abacaxi do município de Novo Remanso, no Estado do Amazonas. Esse fruto se destaca pela menor acidez e maior doçura em relação a outras variedades mais comuns (INPI, 2020). Além desse exemplo, Nunes, Bandeira e Pinheiro (2015) discutiram a cultivar Turiaçu como um produto de grande potencial para registro de Indicação Geográfica (IG), que poderá vir a ser o primeiro do Estado do Maranhão. O nome da cultivar se refere a um município localizado na Amazônia Maranhense (Microrregião do Gurupi) onde o fruto é produzido, predominantemente, e, com isso, a IG estaria na categoria Denominação Geográfica. Nesse caso, o fruto apresenta intensa coloração amarela da casca e da polpa quando maduro, peculiaridades de grande valor comercial. Em outro estudo, Palomino *et al.* (2015) também descreveram uma IG em potencial, relacionada à cultivar Vitória, cuja produção tem se destacado no Estado do Espírito Santo.

Além do consumo direto e do potencial ornamental (SOUZA *et al.*, 2014), o abacaxi possui diversas aplicações, pois o fruto e seus derivados (cascas, caules, aparas, folhas e coroas) contêm várias biomoléculas de interesse comercial, como as enzimas, principalmente a bromelina (nome genérico dado às enzimas proteolíticas encontradas no fruto), caracterizando o uso múltiplo e diversificado dessa espécie (CAMPOS *et al.*, 2020). O fruto é o principal produto da cultura, usado para consumo *in natura* e como sucos, doces, geleias, compotas e polpas, entre outros (GRANADA; ZAMBIANI; MENDONÇA, 2004). Multinacionais como a Coca-Cola (*The Coca-Cola Company*) têm investido na diversificação de seus produtos com a inclusão do sabor abacaxi em suas marcas, seja na forma artificial, como o refrigerante da marca Fanta (“Fanta Pineapple”), seja usando o próprio fruto, como em produtos da marca Del Valle (THE COCA-COLA COMPANY, 2021). Empresas nacionais, como Companhia das Ervas e Baldoni, utilizam largamente o fruto na composição de geleias; outras empresas, como a Cervejaria Bierbaum, no Estado de Santa Catarina, empregam-no na produção de cervejas do tipo “Fruit Beer”. Ainda no setor alimentício, merece destaque o uso do abacaxi como amaciante natural de carnes, ação devida essencialmente à bromelina (AMACIANTES CÁRNEOS, 2016).

Souza *et al.* (2017) destacaram que os produtos oriundos da cultura do abacaxi podem também ser utilizados na confecção de fibras e material rústico, como cordas e tecidos (SENA NETO *et al.*, 2013) e na fabricação de papel (MARQUES; GUTIÉRREZ; DEL RIO, 2007). De fato, desde o final da década de 1990, pesquisadores estudam o potencial das nanofibras como substituinte de metais, como o titânio, na fabricação de pinos metálicos para implantes dentários (FAPESP, 2011). Já a Insecta Shoes, uma empresa do Estado do Rio Grande do Sul (Brasil), empregou as folhas do abacaxi, que normalmente são descartadas, para o desenvolvimento de

um tecido resistente semelhante ao couro animal, criando uma linha de calçados biodegradáveis (ABRAFRUTAS, 2021). Algumas pesquisas têm buscado, também, o desenvolvimento de materiais a partir de nanofibras extraídas de folhas e caules do abacaxi, como bioplásticos para o setor automobilístico (FAPESP, 2011) e papéis para embalagem, sendo estes principalmente voltados para o setor alimentício (GONÇALVES, 2020).

Ademais, metabólitos secundários com atividades biológicas antioxidantes presentes no abacaxi possuem elevado valor para a indústria cosmética e farmacêutica (MANETTI; DELAPORTE; LAVERDE JUNIOR, 2009). Alguns estudos indicam, por exemplo, que a enzima bromelina pode ser utilizada eficientemente em produtos para eliminação de resíduos de queimaduras na pele e prevenção e tratamento de edemas e celulite (LOURENÇO *et al.*, 2016). Buscando novas aplicações, pesquisadores das universidades de Sorocaba (UNISO) e Campinas (UNICAMP), ambas no Estado de São Paulo, partiram de uma associação de bromelina com celulose produzida por bactérias para desenvolver um curativo com potencial anti-inflamatório e cicatrizante de ferimentos, ulcerações e queimaduras (SILVEIRA, 2018). Outros pesquisadores, também de São Paulo (EPM-UNIFESP), apresentaram um estudo mostrando que a bromelina induz a liberação de um precursor da encefalina, um peptídeo de ocorrência natural de intensa ação analgésica, semelhante à da morfina, liberado pelos neurônios no cérebro e no sistema nervoso central; os resultados poderão ser utilizados no desenvolvimento de novos medicamentos (ORLANDI-MATTOS *et al.*, 2019). De modo geral, diversos artigos de revisão recentes mostram que o abacaxi e os produtos dele obtidos, como a bromelina, apresentam grande potencial como insumo para o desenvolvimento de novas tecnologias de aplicação terapêutica ou melhoramento de tecnologias já existentes no setor farmacêutico (ATAIDE *et al.*, 2018; MANZLOOR *et al.*, 2016).

Diante do exposto, o presente estudo pretende apresentar um levantamento de pesquisas científicas e de tecnologias relacionadas ao abacaxi (*Ananas comosus*), com o intuito tanto de ressaltar sua importância cultural e comercial no país e no mundo quanto de estimular pesquisas que tenham como objetivo principal o desenvolvimento de novos produtos e o pedido de depósito de patente a partir de produtos representativos da biodiversidade da flora nacional.

2 Metodologia

A prospecção científica e tecnológica foi realizada entre abril de 2020 e abril de 2021. As bases de dados foram selecionadas devido à sua abrangência em termos de número de documentos e de período de tempo. O levantamento dos documentos foi executado por meio do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), redirecionado a partir do canal Acesso CAFe (Comunidade Acadêmica Federada).

A pesquisa de artigos científicos foi feita nas bases Scopus e Web of Science. A busca de pedidos de depósito de patente foi realizada a partir das bases institucionais/interinstitucionais Escritório Europeu de Patentes (European Patent Office, EPO – Espacenet), Instituto de Marcas e Patentes dos Estados Unidos (United States Patent and Trademark Office, USPTO), Índice de Inovações Derwent (Derwent Innovations Index, Derwent) e Organização Mundial da Propriedade Intelectual (World Intellectual Property Organization – WIPO – Patenscope) e ainda as ferramentas independentes de pesquisa de pedidos de depósito de patente The Lens e Patent Inspiration.

Foram utilizadas buscas avançadas considerando os campos título, resumo e palavras-chave (em inglês: *title*, *abstract*, *keywords*), no caso dos artigos científicos, e título, resumo e descrição (em inglês: *title*, *keywords*, *claims*), para os pedidos de depósito de patente. Como palavras-chave, foram considerados apropriados e suficientes para os objetivos do trabalho os termos “*Ananas comosus*” associado aos termos em inglês *pineapple* e *fruit* por meio dos operadores booleanos “AND” e “OR”. Não foi realizada qualquer delimitação de período de tempo.

Os resultados obtidos foram organizados com auxílio do *software* Excel 2007 (Microsoft), que também foi utilizado para contagem e distribuição em grupos.

3 Resultados e Discussão

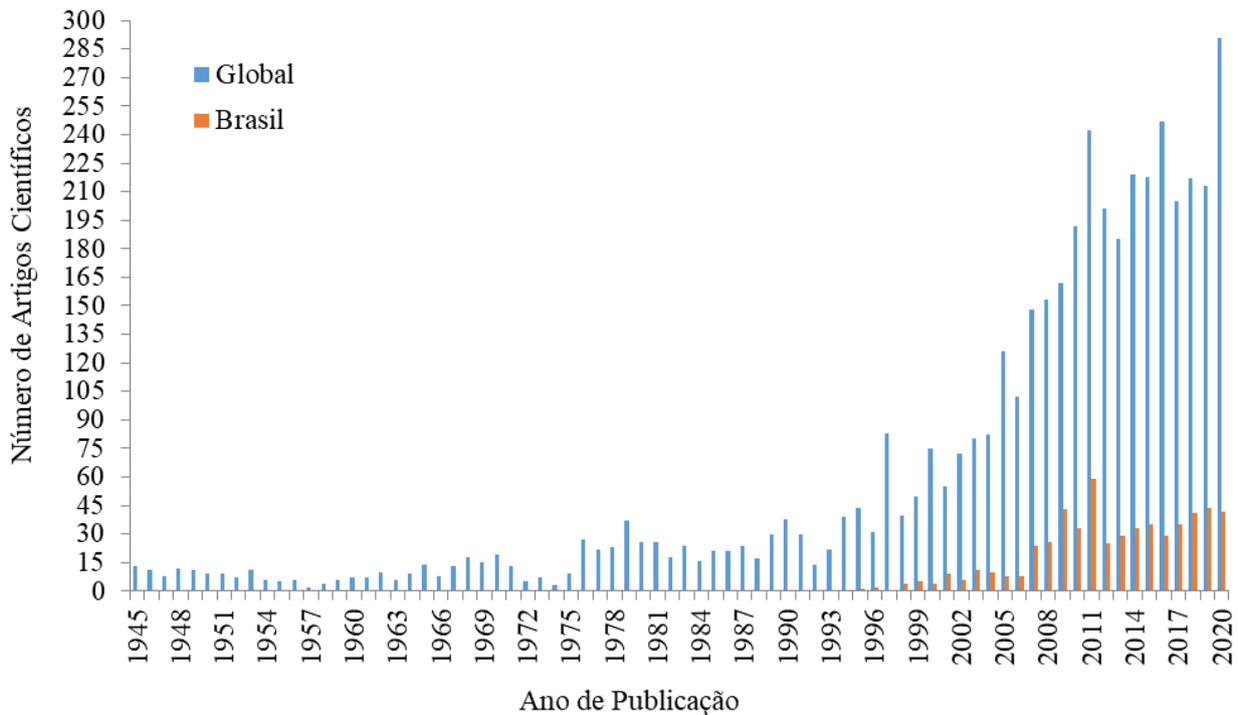
Este estudo foi baseado na busca por resultados numéricos de produção, abordando também aspectos de agrupamentos em áreas e setores de ciência e tecnologia. Os dados de prospecção científica e tecnológica são apresentados a seguir.

A prospecção científica foi realizada nas bases Scopus e Web of Science. O levantamento na base Scopus forneceu 2.314 resultados, dos quais, 451 tinham o Brasil como país de, pelo menos, uma das afiliações. A primeira ocorrência é de uma publicação desenvolvida na University of Hawaii (Honolulu, Hawaii) por Kerns, Collins e Kim (1936), na qual são abordados a origem e o desenvolvimento das folhas e inflorescências da espécie *Ananas comosus*. A segunda ocorrência nessa base aparece somente em 1951, e, desse ano até 1976, foram verificados somente 10 trabalhos, todos relacionados a aspectos fisiológicos da planta. A partir de 1976, podem ser encontradas publicações anualmente, em número crescente, sendo que, desde a década de 1990, tem havido um aumento significativo na quantidade de trabalhos e na diversidade de abordagem.

Na base Web of Science, foi obtido um retorno de 3.199 trabalhos, incluindo 614 que possuíam o Brasil como uma das afiliações. Os primeiros registros são do ano de 1945, no qual foram verificados 13 resultados, entre os quais, podem ser destacados trabalhos sobre a cochonilha (*Dysmicoccus brevipes*), espécie de inseto extremamente prejudicial ao cultivo de *A. comosus*. Desde essas primeiras publicações até o momento, podem ser encontrados diversos trabalhos a cada ano, ininterruptamente, ainda que, também nessa base, seja evidente um crescimento no número de ocorrências nas últimas décadas. Convém ressaltar que, embora a Web of Science abranja publicações desde o início do século XIX, a assinatura da Capes cobre somente o material disponível a partir de 1945.

Após a avaliação da quantidade global de artigos científicos disponíveis nas duas bases consideradas, foi realizada a exclusão dos resultados duplicados, chegando-se a um total de 4.247 trabalhos sobre *Ananas comosus*, publicados entre os anos de 1936 e 2020, conforme mostrado no Gráfico 1. Essa representação contém somente as publicações a partir de 1945, uma vez que foi identificado um único resultado anterior, na Scopus, conforme mencionado. Considerando apenas as publicações nas quais pelo menos um dos autores possui afiliação no Brasil, o total foi de 531 publicações, no período de 1995 a 2020. Foram desconsiderados trabalhos publicados já neste ano (2021) e outros tipos de documentos que não artigos.

Gráfico 1 – Artigos científicos publicados sobre *Ananas comosus*: evolução anual global (azul) e publicações com afiliação no Brasil (vermelho), nas bases Scopus e Web of Science

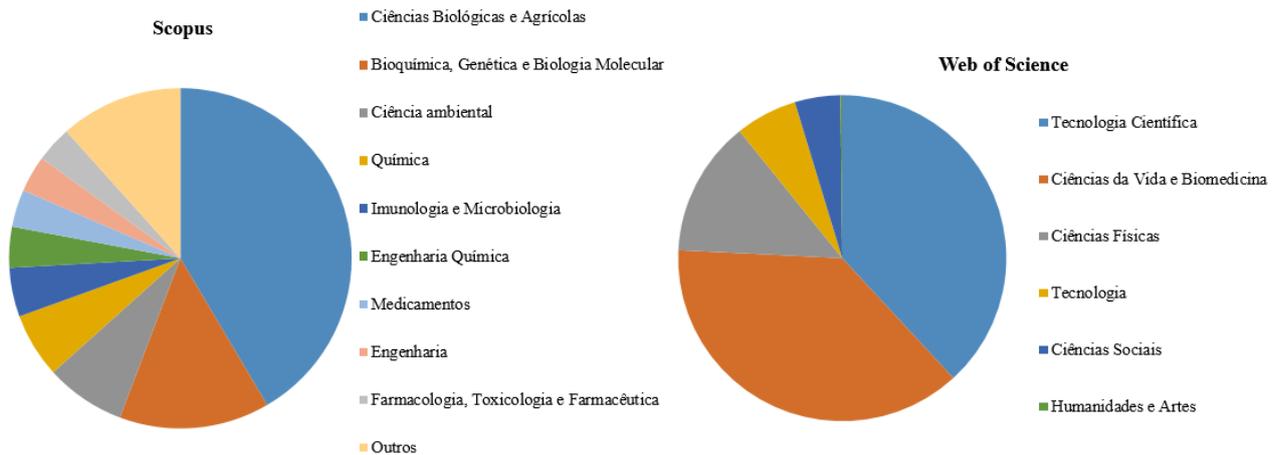


Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2021)

Como pode ser observado pelo Gráfico 1, de modo geral, a quantidade de publicações no tema considerado tem aumentado ao longo dos anos. No Brasil, pode-se observar que os números de publicações nos anos de 2009 e 2011 se sobressaem, o que pode estar relacionado a aspectos locais, como melhores safras, ocasionando estímulos de estudos sobre determinada cultivar. Todavia, para explicar tais variações, seria necessário um tipo de investigação que não faz parte dos objetivos deste trabalho. Não obstante, também é notável o crescimento do número de publicações, particularmente nas duas últimas décadas.

Em relação às áreas de aplicação das publicações, as duas bases apresentam sistemas diferentes de classificação. A Web of Science distribui os trabalhos em seis grandes áreas e um mesmo trabalho pode ser contabilizado em duas ou mais; já a Scopus faz sua classificação de forma mais específica e, dessa forma, cada publicação normalmente é atribuída apenas a uma área. No Gráfico 2 são apresentadas as distribuições dos resultados de cada base, de acordo com a respectiva classificação.

Gráfico 2 – Distribuição da produção científica sobre *Ananas comosus* por área de concentração nas bases Scopus e Web of Science

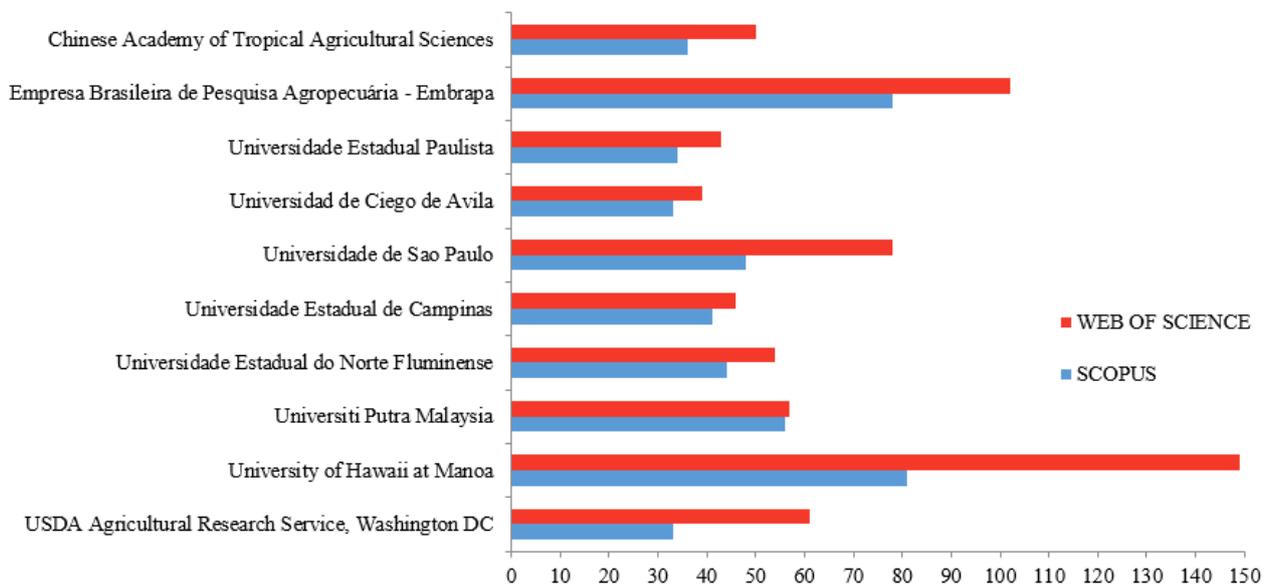


Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2021)

Como é possível verificar no Gráfico 2, embora ambas as bases apresentem divisões em áreas diversas, as publicações se concentram nas áreas de ciências biológicas (ou da vida) e agrícolas. Vale ressaltar que, na Web of Science, a grande área “Tecnologia Científica” pode englobar todas as publicações, como foi, de fato, o caso neste estudo. As classificações de cada base em relação às publicações com afiliação no Brasil apresentaram distribuição similar à distribuição global, embora os estudos estejam mais concentrados, distribuindo-se em menor número de áreas.

Também foi realizada uma avaliação em relação à afiliação exata (instituição de ensino e/ou pesquisa) dos autores das publicações. As 10 instituições com maior número de publicações foram as mesmas em ambas as bases, diferindo somente pela ordem. No Gráfico 3 constam essas instituições em ordem alfabética.

Gráfico 3 – Distribuição da produção científica sobre *Ananas comosus* por instituição de afiliação dos autores nas bases Scopus e Web of Science



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2021)

Pelo Gráfico 3 pode-se observar que cinco das 10 instituições com maior número de publicações ficam no Brasil, com destaque para a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), uma empresa pública de pesquisa vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Os artigos identificados são, majoritariamente, estudos relacionados ao cultivo, principalmente associados ao controle/combate de parasitas, melhoramento do solo e aperfeiçoamento genético, e a aplicações medicinais, sendo considerados também nessa categoria trabalhos voltados para a extração, caracterização, purificação e aplicação de enzimas oriundas do abacaxi, com destaque para a bromelina. Apesar da predominância desses temas, foram observados também trabalhos voltados para o desenvolvimento de novos materiais, principalmente desenvolvidos a partir de nanofibras. Estes, no entanto, são relativamente poucos em comparação aos demais, mostrando que no âmbito acadêmico ainda há bastante espaço para pesquisas que explorem mais diretamente as possíveis aplicações do abacaxi e derivados. A bromelina, por exemplo, poderá ser melhor explorada como substituto em potencial de ingredientes artificiais, mais caros, ou, ainda, menos acessíveis, podendo beneficiar consideravelmente os setores farmacêutico e alimentício.

Na prospecção tecnológica, foi realizado um levantamento sobre *Ananas comosus* nas bases Derwent, Espacenet (EPO), Patenscope (WIPO), USPTO, Lens e Patent Inspiration, que resultou em um total de 534 pedidos de depósito de patente, sendo 163 pedidos de depósito de patente no The Lens, 134 no Patent Inspiration, 103 no Espacenet (EPO), 76 no Derwent, 48 no Patenscope (WIPO) e 10 no USPTO. Uma análise dos pedidos de depósito de patente identificados mostrou que muitos constavam em duas ou mais bases; após a eliminação dessas duplicatas foram obtidos os seguintes quantitativos: 73 pedidos de depósito de patente identificados apenas no Derwent, 17 somente no Espacenet, seis no Patenscope, cinco no The Lens e também cinco no Patent Inspiration. Com isso, o número total de pedidos de depósitos de patente caiu para 192, distribuídos no período de 1972 até o momento, tendo sido considerados também aqueles publicados já em 2021. Esses dados indicam que o emprego de várias bases leva a um quadro prospectivo mais completo, abrangendo pedidos de depósito de patente que podem ser cruciais a projetos de novas tecnologias ou processos e que poderiam não ser identificados ao se optar pelo uso de uma única base ou ferramenta.

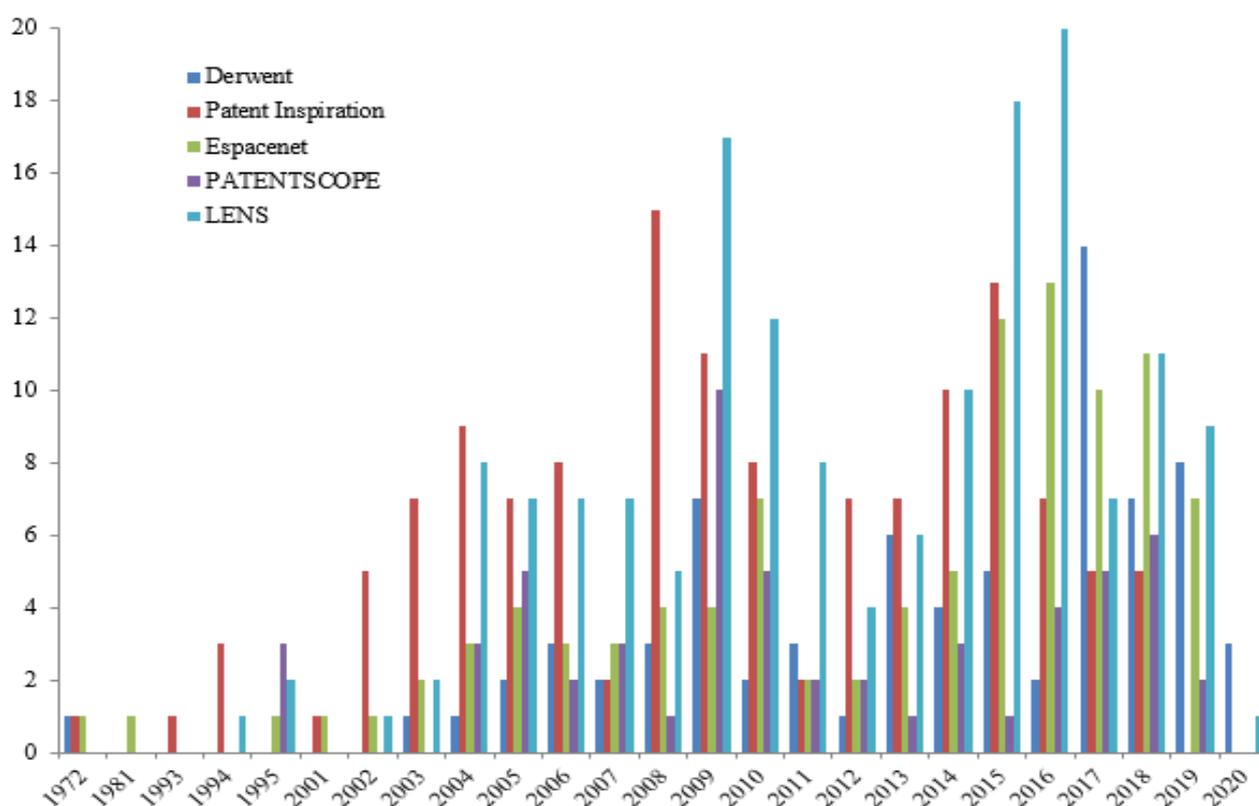
Nas bases Derwent, Espacenet e Patent Inspiration, foram identificados pedidos de depósito de patente a partir de 1972. O primeiro pedido de patente, de número FR2121470-A, foi depositado por “Raoul Dubois Prevost”, França. Intitulado *Antiinflammatory sugar – contg juice and opt pulp of Ananas comosus*, o pedido de depósito de patente apresenta uma composição de açúcar misturado ao suco e à polpa do fruto, destinado ao uso em fármacos ou alimentos associados ao tratamento de distúrbios gastrointestinais.

Nas bases USPTO e The Lens, o primeiro pedido de depósito de patente identificado remonta a 1994, sob o número US8863P, enquanto na base Patenscope (WIPO), o pedido de depósito de patente mais antigo é de 1995, de número CA2130131A1; ambos os pedidos de depósito de patente foram depositados pela empresa Fresh del Monte Produce Inc. (EUA). Os pedidos de depósito de patente *Pineapple plant named ‘CO-2’* e *Pineapple plant* propõem

novas variedades de plantas da família Bromeliaceae, *Ananas comosus*, desenvolvidas como cruzamentos interespecíficos entre clones híbridos, resultando em plantas que produzem frutos mais doces, ricos em vitamina C, menos susceptíveis a doenças parasitárias de frutos e resistentes ao distúrbio fisiológico denominado “escurecimento interno”. Esses pedidos de depósito de patente também constam nas bases Espacenet e Patent Inspiration.

A evolução anual da publicação dos pedidos de depósito de patente, com base na data de publicação, localizados nas bases em questão pode ser observada no Gráfico 4. O número de pedidos de depósito de patente apresentou um crescimento bastante sutil, embora, nas décadas de 2000 e 2010, os números sejam mais significativos. A base USPTO foi desconsiderada nesta análise, pois os documentos nela encontrados já constam nas demais bases.

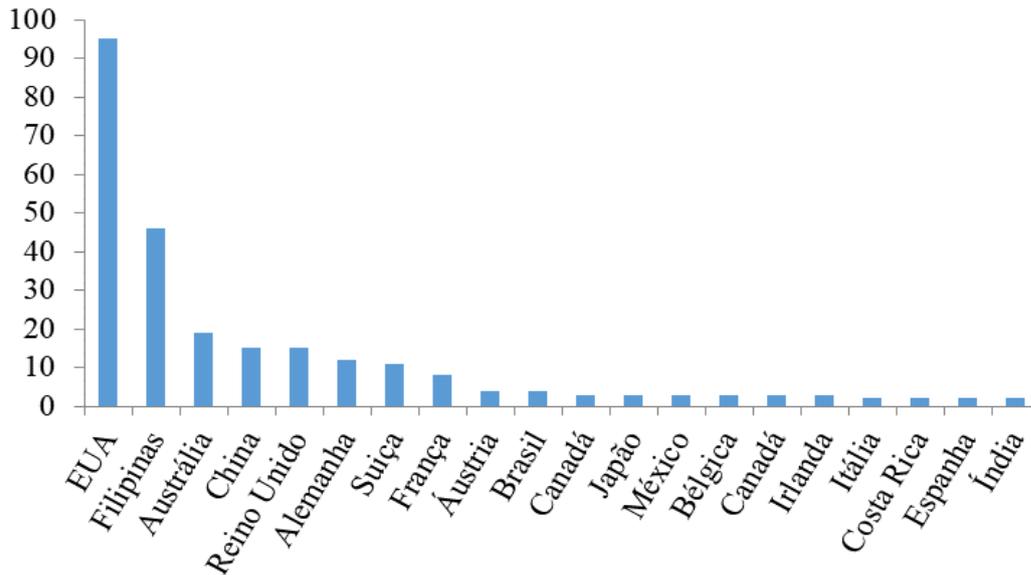
Gráfico 4 – Evolução anual dos pedidos de depósito de patente envolvendo *Ananas comosus* nas bases Derwent, Espacenet (EPO), Patenscope (WIPO), USPTO, Lens e Patent Inspiration



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2021)

No Gráfico 5 é apresentada a distribuição de pedidos de depósito de patente em relação à jurisdição e ao país do(s) depositante(s).

Gráfico 5 – Distribuição de pedidos de depósito de patente envolvendo *Ananas comosus* por jurisdição: os 20 países com maior número de pedidos de depósito de patente



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2021)

Pelo Gráfico 5 é possível identificar que os Estados Unidos da América (EUA) possuem o maior número de pedidos de depósito de patente, embora o país ocupe somente a 27ª posição entre os países produtores, com um volume de produção total de 144,569 mil toneladas métricas, segundo dados de 2019 (TRIDGE, 2021). As Filipinas aparecem em segundo lugar nessa análise, mesmo sendo o maior produtor mundial do fruto, de acordo com os dados de 2019, quando estava atrás apenas da Costa Rica. Já o Brasil, apontado em terceiro lugar na produção, tem apenas quatro pedidos de depósito de patente, segundo esse levantamento. Tal resultado difere consideravelmente daquele obtido na análise dos trabalhos científicos, nos quais o Brasil se destaca.

A partir dessa avaliação, também foram identificados os maiores depositantes de patentes. Em primeiro lugar aparece a ANANAS ANAM, uma empresa inglesa especializada no desenvolvimento de têxteis a partir da fibra das folhas de *A. comosus*; em segundo lugar está a APAYAO STATE COLLEGE, uma universidade localizada nas Filipinas. Em seguida está a BIO ARCHITECTURE LAB, uma empresa estadunidense dedicada ao desenvolvimento de biomassa de baixo custo, escalável e sustentável. Destacam-se ainda a PHILIPPINE TEXTILE RESEARCH INSTITUTE, um braço do Departamento de Ciência e Tecnologia das Filipinas, dedicado à pesquisa de materiais têxteis, e a GSP CROP SCIENCE PRIVATE LIMITED, empresa indiana centrada no desenvolvimento da agricultura de forma ambientalmente amigável.

Também foi realizada uma avaliação em relação à área tecnológica, com base na Classificação Cooperativa de Patentes (Cooperative Patent Classification – CPC), que se fundamenta na Classificação Internacional de Patentes (CIP) (International Patent Classification – IPC), um sistema para a classificação de patentes e modelos de utilidade de acordo com as diferentes áreas de tecnologia a que se relacionam, representado por símbolos hierárquicos independentes de idiomas. A CPC é um sistema de classificação criado pelo EPO/USPTO apenas mais detalhado que a IPC (WIPO, 2021).

Na Tabela 1 são apresentadas as principais seções e classes dos pedidos de depósito de patente, o número de ocorrências e a descrição de cada um. Cabe ressaltar que um produto de inovação pode ser classificado em diversas classes, sendo isso o que normalmente ocorre.

Tabela 1 – Seções e classes CPC de ocorrência de pedidos de depósito de patente envolvendo *Ananas comosus* nas bases Derwent, Espacenet (EPO), Patentscope (WIPO), Lens e Patent Inspiration

SEÇÕES E CLASSES – CPC		NÚMERO DE PEDIDOS DE DEPÓSITO DE PATENTE	BASE
SEÇÃO A – NECESSIDADES HUMANAS			
A01	agricultura; silvicultura; criação animal; caça; armadilha; pescaria	60	Derwent, Espacenet, Patentscope, Patent Inspiration, Lens
A23	alimentos ou comestíveis; seu tratamento, não coberto por outras classes	31	Derwent, Espacenet, Patentscope, Patent Inspiration, Lens
A61	ciência médica ou veterinária; higiene	53	Derwent, Espacenet, Patentscope, Patent Inspiration, Lens
SEÇÃO B – OPERAÇÕES DE PROCESSAMENTO; TRANSPORTE			
B01	processos físicos ou químicos ou aparelhos em geral	4	Espacenet
SEÇÃO C – QUÍMICA E METALURGIA			
C05	fertilizantes; fabricação do produto	8	Espacenet
C07	química orgânica	32	Derwent, Espacenet, Patent Inspiration, Lens
C08	compostos macromoleculares orgânicos; sua preparação ou tratamento químico; composições com base nela	6	Espacenet
C12	bioquímica; cerveja; aguardente; vinho; vinagre; microbiologia; enzimologia; mutação ou engenharia genética	77	Derwent, Espacenet, Patentscope, Patent Inspiration, Lens
SEÇÃO D – TÊXTEIS E PAPEL			
D04	trança; fazer renda; tricô; guarnições; têxteis não-tecidos	3	Espacenet
D06	tratamento de têxteis ou similares; lavagem; materiais flexíveis não fornecidos de outra forma	5	Espacenet
SEÇÃO Y – NOVOS DESENVOLVIMENTOS TECNOLÓGICOS			
Y02	tecnologias visando à mitigação de, ou adaptação às, mudanças climáticas	38	Espacenet, Patent Inspiration, Lens

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

Analisando a Tabela 1, é possível constatar que os pedidos de depósito de patente se concentram em algumas classes, principalmente A01, A61 e C12, que, de modo geral, consistem em agricultura, ciências da vida, bebidas e bioengenharia. Isso demonstra que o *Ananas comosus* consiste em um produto natural que pode ser alvo de desenvolvimentos tecnológicos nas mais diversas áreas.

Os resultados advindos da prospecção tecnológica diferem consideravelmente daqueles da prospecção científica, uma vez que se concentram nos aspectos relacionados ao cultivo e ao processamento. Os principais depositantes têm direcionado seus esforços na melhoria da qualidade dos frutos, resistência das plantas a parasitas e herbicidas, indutores de floração e outros; em relação ao processamento, os pedidos de depósito de patente se relacionam principalmente à seleção dos frutos, ao descascamento e à remoção do núcleo.

4 Considerações Finais

O levantamento científico apresentado neste trabalho, que consistiu em uma pesquisa nas bases de dados Scopus e Web of Science, revelou que há bastante investimento em pesquisas científicas sobre *Ananas comosus*. A exclusão dos resultados duplicados forneceu 4.247 trabalhos, publicados no período de 1936 a 2020, com um total de 531 publicações com afiliação no Brasil.

A avaliação em relação à afiliação (instituição de ensino e/ou pesquisa) dos autores das publicações mostrou que, das 10 instituições com maior número de publicações, cinco possuem afiliação no Brasil, com destaque para a Embrapa, uma empresa pública de pesquisa vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

O levantamento de pedidos de depósito de patente realizado nas bases Derwent, Espacenet (EPO), Patenscope (WIPO), USPTO, The Lens e Patent Inspiration levou a um total de 192 pedidos de depósito de patente, considerando documentos não duplicados, publicados a partir de 1972. O Brasil, embora grande produtor do fruto, apresentou somente quatro documentos. A análise em relação à seção/classe na Classificação Cooperativa de Patentes (Cooperative Patent Classification – CPC) revelou uma concentração nas classes A01, A61 e C12, que, de modo geral, consistem em agricultura, ciências da vida, bebidas e bioengenharia.

Como pode ser observado, muitos trabalhos científicos têm sido desenvolvidos, sobretudo nas últimas décadas, contudo, não tem havido muito investimento no desenvolvimento de novos produtos ou tecnologias com potencial comercial a partir do *A. comosus*. Por outro lado, a partir da diversidade observada nas áreas de pesquisa, tanto científicas quanto tecnológicas, o *Ananas comosus* representa um produto nacional com características que podem ser de grande interesse tecnológico e comercial. Os estudos citados, particularmente aqueles desenvolvidos no Brasil, envolvendo novos materiais e aplicações diversas, são exemplos do grande potencial do abacaxi e derivados, que poderão ser melhor explorados a partir do levantamento apresentado neste estudo.

5 Perspectivas Futuras

Apesar de o Brasil ser um grande produtor de abacaxi, ocupando o terceiro lugar entre os maiores países produtores, seu principal mercado consumidor é o interno e está concentrado, essencialmente, no consumo do fruto *in natura*, seguido por derivados alimentícios tradicionais, como sucos, néctares, compotas, doces e geleias. Esses produtos, embora apresentem maior valor agregado em relação ao fruto *in natura*, são produzidos majoritariamente de forma artesanal ou por pequenas empresas, focadas no mercado local ou regional.

Neste estudo, foram citadas diversas iniciativas, dentro e fora do país, relacionadas ao desenvolvimento de novos produtos a partir de nanofibras, como bioplásticos de alta resistência e têxteis mimetizantes de couro, mas estavam concentradas no meio acadêmico ou em empresas com políticas internas específicas e ainda pouco abrangentes, como a ênfase na sustentabilidade. Porém, não foram identificados pedidos de depósito de patente com afiliação no Brasil relacionados ao desenvolvimento dos novos materiais descritos nos trabalhos científicos e materiais de divulgação citados. Os pedidos de depósito de patente no país são relacionados a melhorias no processo de cultivo e beneficiamento e a produtos alimentícios tradicionais, nos quais o abacaxi entra como mais um de vários ingredientes.

Por outro lado, estudos desenvolvidos predominantemente nas universidades e empresas públicas do país mostram que há profissionais capacitados para pesquisas que levem ao desenvolvimento de produtos de inovação comercialmente viáveis, particularmente no setor farmacêutico, que teve destaque na prospecção científica e quase nenhuma relevância na prospecção tecnológica.

A Indicação Geográfica do abacaxi “Novo Remanso” no Estado do Amazonas e a possibilidade de registro de IG relacionadas às cultivares “Turiaçu”, no Maranhão, e “Vitória”, no Espírito Santo, demonstram que o país possui mais que a particularidade de espécies endêmicas, já que apresenta a capacidade de produzir variedades de elevada qualidade com características altamente desejáveis do ponto de vista comercial. Esses aspectos podem contribuir para agregar valor no mercado externo mesmo aos produtos *in natura*.

Políticas e programas que busquem aproximar as pesquisas acadêmicas e a indústria, com ênfase no desenvolvimento e transferência de tecnologia, poderão impactar intensa e positivamente os mercados produtores e consumidores de abacaxi e seus derivados, tanto no país, em particular, quanto de forma global. O conhecimento sobre a situação atual das pesquisas científicas e dos desenvolvimentos tecnológicos, conforme apresentados neste trabalho, certamente contribuirá nesse sentido.

Referências

ABRAFRUTAS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES EXPORTADORES DE FRUTAS E DERIVADOS. [2021]. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2020/01/empresa-gaucha-lanca-calcados-veganos-com-couro-de-abacaxi/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

AMACIANTES CÁRNEOS: tipos e aplicação em carne bovina. **DESAFIOS – Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, [s.l.], v. 2, n. 1, p. 160-174, 18 jan. 2016. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/1266#:~:text=O%20amaciamento%20enzim%C3%A1tico%20da%20carne,figo%20possuem%20efetiva%20a%C3%A7%C3%A3o%20amaciante>. Acesso em: 12 abr. 2021.

ARAMPATHA, P. C.; DEKKERA, M. Bulk storage of mango (*Mangifera indica* L.) and pineapple (*Ananas comosus* L.) pulp: effect of pulping and storage temperature on phytochemicals and antioxidant activity. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s.l.], v. 99, p. 5.157-5.167, 2019. DOI: 10.1002/jsfa.9762. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jsfa.9762>. Acesso em: 12 abr. 2021.

ATAIDE, J. A. *et al.* Bromelain-loaded nanoparticles: A comprehensive review of the state of the art. **Advances in Colloid and Interface Science**, [s.l.], n. 254, p. 48-55, 2018. DOI: 10.1016/j.cis.2018.03.006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29622269/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

CAMPOS, D. A. *et al.* Integral valorization of pineapple (*Ananas comosus* L.) by-products through a green chemistry approach towards added value ingredients. **Foods**, [s.l.], v. 9, n. 60, p. 1-22, 2020. DOI: 10.3390/foods9010060. Disponível em: www.mdpi.com/journal/foods. Acesso em: 12 abr. 2021.

CAPES – COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAS DE NÍVEL SUPERIOR. **Portal De Periódicos**. [2021]. Disponível em: <http://www-periodicos-capes-gov-br.ez14.periodicos.capes.gov.br/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

CHEN, L.-Y. *et al.* The bracteatus pineapple genome and domestication of clonally propagated crops. **Nature Genetics**, [s.l.], v. 51, p. 1549-1558, 2019. DOI: 10.1038/s41588-019-0506-8. Disponível em: www.nature.com/naturegenetics. Acesso em: 12 abr. 2021.

DEBNATH, R. *et al.* Bromelain with peroxidase from pineapple are more potent to target leukemia growth inhibition - A comparison with only bromelain. **Toxicology in Vitro**, [s.l.], v. 55, p. 24-32, 2019. DOI: 10.1016/j.tiv.2018.11.004. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30453006>. Acesso em: 12 abr. 2021.

DERWENT WORLD PATENTS INDEX. **Clarivate Analytics**: Base de dados. [2021]. Disponível em: <https://clarivate.com/derwent/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasil. [2021]. Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/index_pdf.htm. Acesso em: 12 abr. 2021.

ESPAENET. **European Patent Office**: Base de dados. [2021]. Disponível em: <https://worldwide.espacenet.com/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

FAPESP – FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Superplásticos naturais**. 2011. Disponível em: <https://www.investe.sp.gov.br/noticia/superplasticos-naturais/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

FORZZA, R. C. *et al.* Bromeliaceae. In: MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. **Livro Vermelho da Flora do Brasil**. [S.l.: s.n.], 2013. p. 315-396. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=2ahUKEwjzsq6e9-3oAhXhYd8KHbOqBYAQFjACegQIBBAB&url=http%3A%2F%2Fspace.jbrj.gov.br%2Fjspui%2Fbitstream%2Fdoc%2F26%2F1%2FLivroVermelho.pdf&usg=AOvVaw3zd2dK7bQEHO8ndT2r-9xU>. Acesso em: 12 abr. 2021.

GONÇALVES, V. Nanocelulose extraída de fibras vegetais. **Monografias Brasil Escola**. [2020]. Disponível em: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/agricultura-pecuaria/nanocelulose-extraida-de-fibras-vegetais.htm>. Acesso em: 12 abr. 2021.

GRANADA, G. G.; ZAMBIANI, R. C.; MENDONÇA, C. R. B. Abacaxi: produção, mercado e subprodutos. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 22, n. 2, 2004. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/1203/1004>. Acesso em: 12 abr. 2021.

- INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Novo Remanso ganha Indicação Geográfica como centro de produção de abacaxi**. [2020]. Disponível em: [https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/noticias/novo-remanso-ganha-indicacao-geografica-como-centro-de-producao-de-abacaxi#:~:text=Novo%20Remanso%20ganha%20Indica%C3%A7%C3%A3o%20Geogr%C3%A1fica%20como%20centro%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20abacaxi,-Compartilhe%3A&text=O%20INPI%20publicou%20hoje%20\(09,\)%2C%20para%20o%20produto%20abacaxi](https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/noticias/novo-remanso-ganha-indicacao-geografica-como-centro-de-producao-de-abacaxi#:~:text=Novo%20Remanso%20ganha%20Indica%C3%A7%C3%A3o%20Geogr%C3%A1fica%20como%20centro%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20abacaxi,-Compartilhe%3A&text=O%20INPI%20publicou%20hoje%20(09,)%2C%20para%20o%20produto%20abacaxi). Acesso em: 12 abr. 2021.
- KERNS, K. R.; COLLINS, J. L.; KIM, H. Developmental studies of the pineapple *Ananas comosus* (L) Merr. **New Phytologist**, [s.l.], v. 35, n. 4, p. 305-317, 1936. DOI: 10.1111/j.1469-8137.1936.tb06884.x. Disponível em: <https://nph-onlinelibrary-wiley.ez14.periodicos.capes.gov.br/doi/abs/10.1111/j.1469-8137.1936.tb06884.x>. Acesso em: 12 abr. 2021.
- LENS. ORG. **Base de dados**. [2021]. Disponível em: <https://www.lens.org/>. Acesso em: 12 abr. 2021.
- LOURENÇO, C. B. *et al.* Evaluation of the enzymatic activity and stability of comercial bromelain incorporated in topical formulations. **International Journal of Cosmetic Science**, [s.l.], p. 1-6, 2016. DOI: 10.1111/ics.12308. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26833020/>. Acesso em: 12 abr. 2021.
- MANETTI, L. M.; DELAPORTE, R. H.; LAVERDE JUNIOR, A. Metabólitos secundários da família Bromeliaceae. **Química Nova**, [s.l.], v. 32, n.7, p. 1.885-1.897, 2009. DOI: 10.1590/S0100-40422009000700035. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422009000700035. Acesso em: 12 abr. 2021.
- MANZOOR, Z. *et al.* Bromelain: Methods of Extraction, Purification and Therapeutic Applications. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, [s.l.], v. 59, e16150010, January-December, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4324-2016150010>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132016000100315. Acesso em: 12 abr. 2021.
- MARQUES, G.; GUTIÉRREZ, A.; DEL RIO, J. C. Chemical Characterization of Lignin and Lipophilic Fractions from Leaf Fibers of Curaua (*Ananas erectifolius*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s.l.], v. 55, n. 4, p. 1.327-1.336, 2007. DOI: 10.1021/jf062677x. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf062677x>. Acesso em: 12 abr. 2021.
- NUNES, G. S.; BANDEIRA, M. G. A.; PINHEIRO, J. S. N. Indicações geográficas o estado do Maranhão: possibilidades e perspectivas. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 8, n. 3, p. 568-576, jul.-set., 2015. DOI: 10.9771/s.cprosp.2015.008.063. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/12369>. Acesso em: 12 abr. 2021.
- ORLANDI-MATTOS, P. E. *et al.* Enkephalin related peptides are released from jejenum wall by orally ingested bromelain. **Peptides**, [s.l.], n. 115, p. 32-42, 2019. DOI: 10.1016/j.peptides.2019.02.008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196978119300245>. Acesso em: 12 abr. 2021.
- PALOMINO, M. E. P. *et al.* A cultivar de abacaxi ‘Vitória’ e uma proposta de Indicação Geográfica para o polo da região Norte do estado do Espírito Santo. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 8, n. 3, p. 577-586, jul.-set., 2015. DOI: 10.9771/S.CPROSP.2015.008.064. Disponível em: https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/12271/pdf_120. Acesso em: 12 abr. 2021.

PATENT INSPIRATION. **Base de dados**. [2021]. Disponível em: <https://www.patentinspiration.com/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

SCOPUS. **Elsevier B.V.** Base de dados. [2021]. Disponível em: <https://www.scopus.com/home.uri>. Acesso em: 12 abr. 2021.

SENA NETO, A. R. *et al.* Characterization and comparative evaluation of thermal, structural, chemical, mechanical and morphological properties of six pineapple leaf fiber varieties for use in composites. **Industrial Crops and Products**, [s.l.], v. 43, p. 529-537, 2013. DOI: 10.1016/j.indcrop.2012.08.001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669012004669>. Acesso em: 12 abr. 2021.

SILVEIRA, E. Brasileiros desenvolvem curativo à base de abacaxi que facilita cicatrização. **BBC News**. 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-44637043>. Acesso em: 12 abr. 2021.

SOUZA, E. H. *et al.* Selection and use recommendation in hybrids of ornamental pineapple. **Revista Ciência Agrônômica**, [s.l.], v. 45, p. 409-416, 2014. DOI: 10.1590/S1806-66902014000200024. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902014000200024. Acesso em: 12 abr. 2021.

SOUZA, F. V. D. *et al.* Abacaxizeiros (*Ananas spp.*) cultivados e silvestres. **Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)**. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1095063/abacaxizeiros-ananas-spp-cultivados-e-silvestres>. Acesso em: 12 abr. 2021.

THE COCA-COLA COMPANY. 2021. Disponível em: <https://www.cocacolabrazil.com.br/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

TRIDGE. 2021. Disponível em: <https://www.tridge.com/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

USPTO – UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE. **United Sates of America**: Base de dados. [2021]. Disponível em: <http://patft.uspto.gov/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

WEB OF SCIENCE. **Clarivate Analytics**. c2020. Disponível em: <https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/web-of-science/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. [2021]. Disponível em: <https://www.wipo.int/about-wipo/en/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

Sobre os Autores

Lyzette Gonçalves Moraes de Moura

E-mail: lgmdemoura@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6366-8110>

Doutora em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas em 2015.

Endereço profissional: Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Avenida dos Portugueses, n. 1.966, Campus Dom Delgado, Bacanga, São Luís, MA. CEP: 65.080-805.

Antônio Francisco Fernandes de Vasconcelos

E-mail: afvasconcelos@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5425-8056>

Doutor em Química pela Universidade Federal da Paraíba em 2009.

Endereço profissional: Universidade Estadual do Maranhão, Centro de Ciências Exatas e Naturais, Departamento de Química, Avenida Lourenço Vieira da Silva, n. 1.000, Jardim São Cristóvão, São Luís, MA. CEP 65.055-310.