

PRODUÇÃO DE QUITOSANA A PARTIR DO *RHYNCHOPHORUS PALMARUM*: UMA PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA

CHITOSAN PRODUCTION FROM *RHYNCHOPHORUS PALMARUM*: A TECHNOLOGICAL PROSPECTING

Robert Rodrigues Alves 1
Meirielly Kellya Holanda da Silva 2
Mariana de Macedo Costa Batalha 3
Camila Bianca Ferreira da Rocha 4

Atualmente é Mestrando do “Programa do Pós Graduação em Ciências Farmacêuticas - PPGCF/UFAL”. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8585137880618321>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8212-002X>. E-mail: r.rodriguez901@hotmail.com

Mestrado em Enfermagem pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL - 2015) e Doutorado em Biotecnologia em Saúde pela Rede Nordeste de Biotecnologia - RENORBIO (UFAL - 2020). É Professora Adjunta da UFAL - Arapiraca no curso de Enfermagem, na área de Saúde do Adulto. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2696354286276464>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3845-5962>. E-mail: meirielly.holanda@hotmail.com

Farmacêutica pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Mestre em ciências farmacêuticas, atuando na linha de pesquisa em caracterização química e pesquisa de substâncias bioativas, pela UFAL. Doutora pelo Programa Multicêntrico em Bioquímica e Biologia Molecular nas unidades da UFAL e UFRJ, com ênfase em genômica funcional e biotecnologia. Atualmente professora titular I do centro universitário CESMAC. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3925546334736310>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2287-350X>. E-mail: marianamcbatalha@gmail.com

camilabianca04@gmail.com (lattes/7435350473692334) ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2733-8290>. Farmacêutica formada pela UFAL com inscrição no conselho: CRF/AL 2239. Foi Farmacêutica Residente do HUPAA - UFAL no programa de saúde do adulto e do idoso com ênfase em farmácia clínica e obteve o título de especialista em Residência Multiprofissional em Saúde. Atualmente é mestranda no programa de pós-graduação em ciências farmacêuticas com ênfase em bioquímica. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7435350473692334>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2733-8290>. E-mail: camilabianca04@gmail.com

Resumo: Esta pesquisa objetivou analisar o mercado biotecnológico sobre produção de quitosana extraída do inseto *Rhynchophorus palmarum*, através de patentes nas bases de dados Patentscope, Espacenet, The Lens, USPTO, INPI e Questel Orbit, além de artigos científicos da PubMed. Majoritariamente os pedidos de depósitos se referem à aplicação deste polissacarídeo na indústria de alimentos, voltadas à conservação dos mesmos devido à sua atividade antimicrobiana, assim como sua utilização como veículo para inseticidas no controle de pragas. Tais aplicações biotecnológicas são monopolizadas pelos EUA e União Europeia através de reivindicações realizadas por grandes empresas do agronegócio. Identifica-se, portanto, que não há depósito de pedido de patente que proteja a tecnologia objeto desta prospecção nem artigo científico que explicite o seu desenvolvimento. Conclui-se que a quitosana obtida através do *R. palmarum* constitui um campo biotecnológico pouco explorado e potencialmente útil para novas pesquisas e aplicação como biomaterial.

Palavras-chave: Quitosana. *Rhynchophorus Palmarum*. Biomaterial. Biotecnologia.

Abstract: This research aimed to analyze the biotechnological market on chitosan production extracted from the insect *Rhynchophorus palmarum*, through patents in the Patentscope, Espacenet, The Lens, USPTO, INPI and Questel Orbit databases, in addition to PubMed scientific articles. Most deposit requests refer to the application of this polysaccharide in the food industry, aimed at its conservation due to its antimicrobial activity, as well as its use as a vehicle for insecticides in pest control. Such biotechnological applications are monopolized by the USA and the European Union through claims made by large agribusiness companies. It is identified, therefore, that there is no filing of a patent application that protects the technology object of this prospecting or a scientific article that explains its development. It is concluded that the chitosan obtained through *R. palmarum* constitutes a little explored biotechnological field and potentially useful for new research and application as a biomaterial.

Keywords: Chitosan. *Rhynchophorus Palmarum*. Biomaterial. Biotechnology.

Introdução

Sobre o *Rhynchophorus palmarum*

Desde a antiguidade, os insetos tem despertado a atenção da humanidade, seja por razões positivas ou não. Os insetos contribuem de forma favorável como reguladores dos ecossistemas terrestres, além destes serem, também, agentes fundamentais nos processos de polinização agindo como predadores e bioindicadores de mudanças ambientais. Contrariamente aos aspectos positivos, aponta-se os problemas relacionados à saúde humana, onde estes insetos podem ser vetores e transmitir doenças, assim como podem, também, agir como pragas e promover efeitos destrutivos sobre agriculturas, resultando em enormes prejuízos econômicos. Dentro deste contexto, destaca-se a espécie *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae), o qual apesar de ser considerado uma das principais pragas de palmáceas, apresenta notoriedade em suas qualidades, dentre estas, é identificado como uma espécie rica em propriedades benéficas ao ser humano e por isso promissora para ampla investigação como fonte de recurso biotecnológico (CARTAY, et al. 2020; KIM, et al. 2019).

O coleóptero *R. palmarum*, conhecido popularmente como bicudo-do-coqueiro, é uma das principais pragas da cultura de coqueiro, com predominância nas regiões da faixa litorânea do nordeste brasileiro, onde se concentra as maiores produções de seu fruto. Este inseto é considerado o principal agente transmissor do nematóide *Bursaphelenchus cocophilus* (Aphelenchida: Aphelenchoides), organismo causador da doença letal para as palmáceas, conhecida como “anel vermelho” causando sérios prejuízos, como perda da produtividade e qualidade do produto final (CORREIA, et al. 2015; LIMA et al. 2015). O controle dessa praga se torna difícil por não haver inseticida eficaz, sendo combatido apenas através de armadilhas com feromônio de agregação e iscas alimentares (FERREIRA et al., 2014). No entanto, essa tentativa de controle da sua propagação gera um volume de resíduo orgânico o qual não tem destinação específica.

Em geral, os insetos combatidos através de diferentes tipos de procedimentos, tais como o controle biológico através do uso de fungos etomopatogênicos, armadilhas com atrativos alimentares e feromônio de agregação, inseticidas, e entre outros, são comumente descartados como resíduo orgânico no meio ambiente, ou seja, não possuem nenhum tipo de reaproveitamento (CYSNE, et al. 2013). Frente ao exposto, o controle desse inseto praga associado ao seu desvio para uma possível produção de quitosana, como veremos adiante, pode se tornar um grande atrativo para o redirecionamento de seus resíduos nas indústrias, pois a aplicabilidade desta matéria-prima é promissora em diversas áreas biotecnológicas e tem se mostrado viável economicamente.

Considerações sobre a quitosana

A quitosana, um polissacarídeo, surge a partir de uma reação de desacetilação da quitina, sendo formada por uma cadeia linear de d -glucosamina e N -acetil- d -glucosamina ligadas por resíduos de β -(1-4). Além de outras propriedades, este polissacarídeo é atóxico, biodegradável e biocompatível, características que destacam a quitosana em diversas áreas industriais, como na agricultura, alimentícia e biomedicina. No ramo da farmacologia é onde ela encontra uma série de aplicações, como no desenvolvimento de membranas carreadoras de fármacos, cicatrizante de ferimentos, agente redutor dos níveis de colesterol, antimicrobiano, agente antitumoral, acelerador da absorção de cálcio e ferro, atividades inibitórias anti-inflamatórias, antioxidantes, dentre outras. Mais recentemente têm sido relatado aplicações da quitosana no transporte de DNA em terapias gênicas (HUANG, et al. 2018; MOURA, 2015; SPIN-NETO, et al. 2008).

Diversos organismos são tidos como fontes destes polímeros, a saber, esponjas, fungos, moluscos, artrópodes, dentre outros. Porém, atualmente, são as carapaças de caranguejos e cascas de camarões suas principais fontes, o que a torna um produto com graus de pureza variáveis, diversificando a qualidade dos mesmos (FILHO, 2007). No entanto, questões como a sazonalidade e a regionalidade dessas matérias-primas interferem na produção e comercia-

lização destes produtos, ao contrário dos insetos, que possuem uma enorme diversidade de espécies, uma alta taxa de reprodução, além dos processos de desmineralização e desproteção deste polissacarídeo mais eficientes do que os comparados aos dos exoesqueletos de camarão e caranguejo, portanto, tem surgido como uma grande alternativa. (LIU, 2012; MA, XIN, TAN, 2015).

A biodisponibilidade deste polissacarídeo, associado ao fato deste ser o principal componente da estrutura cuticular dos artrópodes, tem credenciado estes seres como potenciais recursos naturais para a produção de quitosana, o que tem atraído crescentemente a atenção de pesquisadores. Em publicação feita por Philibert e colaboradores (2016) sobre as características de quitina e quitosana observadas a partir de sete insetos de espécies diferentes (*Ailopus simulatrix*, *Ailopus strepens*, *Duroniella fracta*, *Duroniella laticornis*, *Oedipoda caerulescens*, *Oedipoda miniata* e *Pyrgomorpha cognata*), evidenciou-se que a estrutura química e as propriedades físico-químicas destes polímeros se mostraram semelhantes ao polissacarídeo comercial obtido do camarão, apresentando ótimos rendimentos. Em outro estudo realizado por Badawy e Mohamed (2015), estes mostraram que seis outras espécies pertencentes à Classe Insecta (*Vespa orientalis*, *Chistocerca gregaria*, *Blattella germanica*, *Nezara veridula*, *Periplaneta americana* e *Pentodon algerinum*), ao serem comparadas ao camarão, provaram ter estruturas químicas semelhantes, propriedades fisiológicas e foram adequados para a produção de quitosana. Ambos os estudos exemplificam, portanto, que os insetos apresentam grande potencial como fonte alternativa deste polissacarídeo que, por sua vez, são adequados para a produção de seu derivado a quitosana.

Diante do exposto, esta prospecção tecnológica apresenta o objetivo de analisar o atual mercado referente à produção de quitosana obtida a partir do *R. palmarum*. Para a realização desta pesquisa foi realizada análise dos documentos de patentes depositadas em bases mundiais utilizando palavras-chave bem determinadas, bem como um levantamento da atual produção científica destas associações de palavras.

Metodologia

O estudo de prospecção foi realizado em bases livres de dados patentários: *World Intellectual Property Organization* (WIPO – PATENTSCOPE), Espacenet® (Banco Europeu de Patentes, LATIPAT), *The Lens* (base fornecida pela Cambia, uma organização internacional sem fins lucrativos), *United States Patent and Trademark Office* (USPTO – mantida por uma agência do Departamento de Comércio dos Estados Unidos da América) e Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI – órgão brasileiro vinculado ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior) e em uma base não gratuita de patentes, a *Questel Orbit*® (empresa franco-americana pertencente a Questel Orbit, Inc.) com a finalidade de trazer um delineamento do atual cenário tecnológico acerca do processo de extração e utilização da quitosana obtida a partir do inseto *R. palmarum*. Para a revisão bibliográfica foi utilizada a busca de artigos na base de dados PubMed.

As buscas foram realizadas durante o mês de agosto de 2020 a partir das palavras-chaves selecionadas (Tabela 1), buscando por patentes e artigos científicos desde o primeiro registro até o ano de 2020. O operador booleano “AND” foi utilizado para indicar ao banco de dados a combinação dos termos apresentados. Uma tabela de resultados foi construída no aplicativo Excel® para a organização e tratamento dos resultados obtidos.

Tabela 1. Palavras chave utilizadas nas buscas de patentes e artigos.

Patentscope, Lens, USPTO, Pubmed e Orbit (Termos em Inglês)	Espacenet, INPI (Termos em Português)
Chitosan	Quitosana
Rhynchophorus palmarum	Rhynchophorus palmarum
Biomaterial	Biomaterial
Biomembrane	Biomembrana
Membrane	Membrana
Nanoparticule	Nanopartícula
Insect	Inseto

Fonte: Autores (2021).

Resultados e discussão

Busca de patentes e artigos científicos nas bases por palavras-chave

Os resultados obtidos para as buscas de patentes com pedido de depósito via PCT (Tratado de Cooperação em Matéria de *Patentes*) nas bases Patentscope, Espacenet, Lens, USPTO e Questel Orbit, assim como os artigos encontrados na base Pubmed, utilizando as palavras-chave pré-estabelecidas em inglês estão apresentados na Tabela 2. Observa-se o grande número de patentes que surgem com a busca pela palavra *chitosan*, assim como a proteção de produtos criados a partir da quitosana, como biomembranas, nanopartículas e biomateriais. Porém, há uma redução deste quantitativo ao analisar o número de proteções para a quitosana proveniente de insetos, sendo ainda menor quando se direciona a busca deste polissacarídeo derivado do objeto de estudo, demonstrando que ainda há uma lacuna na produção a partir desse inseto e sua aplicabilidade biotecnológica. Portanto, a origem deste produto oriundo de *R. palmarum* pode se destacar como um grande campo a ser explorado no mundo dos insetos.

Em relação à análise dos artigos encontrados na base Pubmed, constata-se que, apesar de haver grande número de publicações sobre quitosana e seus produtos, não há uma quantidade expressiva de estudos que descrevam sobre este polissacarídeo a partir do inseto apresentado no nosso trabalho.

Tabela 2. Número de patentes/artigos obtidos a partir da busca com as palavras-chave selecionadas.

	Espacenet	Patentscop	Lens	USPTO	Pubmed	Orbit
Chitosan	176.807	38.810	149.900	34.906	27.241	58741
Chitosan AND biomaterial	6.263	2.164	24232	2.769	20.422	8864
Chitosan AND biomembrane	364	65	992	85	53	751
Chitosan AND nanoparticle	13.236	4.968	33032	4.254	7.592	1820
(Chitosan AND (biomaterial AND nanoparticle))	969	410	9006	0	5.817	33
Chitosan AND (biomaterial AND membrane)	3.712	1.399	17866	0	2.769	105
(Chitosan AND (nanoparticle AND membrane))	8.393	3.722	25167	0	869	262
Chitosan AND insect	16.177	5.829	23602	6.248	197	1440

<i>Rhynchophorus palmarum</i> AND chitosan	<u>3</u>	<u>7</u>	<u>28</u>	<u>2</u>	<u>0</u>	<u>15</u>
<i>Rhynchophorus palmarum</i> AND (chitosan AND biomaterial)	0	0	0	0	0	0
<i>Rhynchophorus palmarum</i> AND nanopartícu	0	0	4	0	0	0

Fonte: Autores (2021).

As buscas realizadas utilizando as palavras-chave em português na base brasileira INPI e na Espacenet resultaram em menores números de patentes relacionadas à quitosana, obtendo resultados nulos quando se busca por este polissacarídeo oriundo de insetos e, em específico, do *Rhynchophorus palmarum* (Tabela 3). Desta forma, considerando que o objetivo desta prospecção é analisar o depósito de patentes que utilizem a quitosana derivada do *R. palmarum*, entende-se que estas bases não apresentaram resultados que pudessem ser utilizados efetivamente neste estudo, sendo assim, excluídas das análises seguintes e considerado um dos fatores limitantes da nossa busca.

Tabela 3. Número de patentes obtidas a partir da busca com as palavras-chave selecionadas.

	Espacenet	INPI
Quitosana	25	3
Quitosana AND biomaterial	3	0
Quitosana AND biomembrana	0	0
Quitosana AND nanopartícula	0	0
(Quitosana AND (biomaterial AND nanopartícula))	1	0
(Quitosana AND (biomaterial AND membrana))	1	0
Quitosana AND (nanopartícula AND membrana)	0	0
Quitosana AND inseto	0	0
<i>Rhynchophorus palmarum</i> AND quitosana	0	0
<i>Rhynchophorus palmarum</i> AND (quitosana AND biomaterial)	0	0
<i>Rhynchophorus palmarum</i> AND nanopartícula	0	0

Fonte: Autores (2021).

A partir do exposto, optou-se pela análise gráfica das patentes obtidas através da associação dos termos “*Rhynchophorus palmarum* AND chitosan”, por considerar que esta estratégia apresenta maior especificidade para visualização do atual cenário tecnológico e de mercado para esta busca. Dessa forma, os 55 pedidos de proteção encontrados nas bases de busca de patentes mencionadas, foram analisados e serão apresentados a seguir na forma de gráficos interativos.

Análise das patentes

A Classificação Internacional de Patentes (IPC, na sigla em inglês) é o sistema de classificação mundial, criado a partir do Acordo de Estrasburgo (1971), cujas áreas tecnológicas são divididas em classes de A à H. Dentro de cada classe, há subclasses, grupos principais e grupos secundários, utilizando-se um sistema hierárquico. Desta forma, é necessário identificar os grupos aos quais se referem determinada patente, como forma de caracterizá-la e relacionar

outros pedidos com o mesmo fim (MOURA, et al. 2016). Assim, esse sistema tornou-se um instrumento que permite a classificação dos documentos de patentes no intuito de facilitar o acesso às informações tecnológicas e legais dos mesmos, auxiliando tanto na investigação do estado da técnica quanto na análise de desenvolvimento tecnológico (FARIAS e FARIA, 2018).

Neste sentido, o objeto biotecnológico alvo desta prospecção pode ser caracterizado no sistema IPC em três categorias demonstradas na Tabela 4. A partir desta determinação, objetiva-se analisar se os 55 pedidos de patentes identificados anteriormente se encaixam nessas classificações.

Tabela 4. Códigos IPC que caracterizam o objeto de estudo desta prospecção.

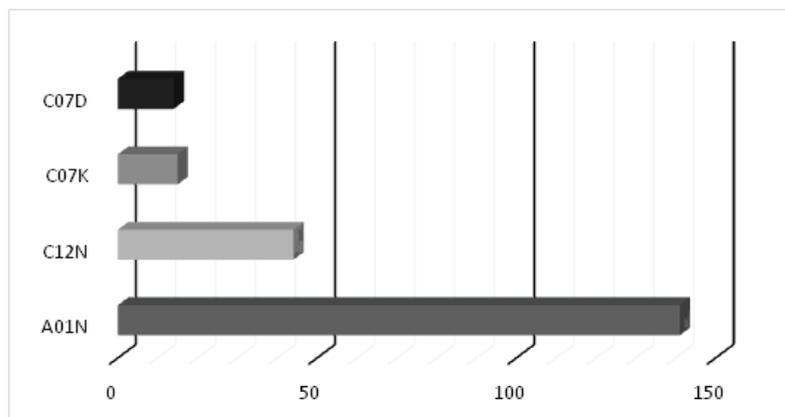
Código	Classificação
A61K9/36	A – Necessidades humanas; A61 – Ciência Médica ou Veterinária; Higiene; A61K – Preparações para fins médicos, odontológicos ou de toalha; A61K9/00 – Preparações medicinais caracterizadas por forma física especial; A61K9/36 - contendo hidratos de carbono ou os seus derivados.
A61K9/62	A61K9/62 - contendo carboidratos ou derivados;
C08B37/08	C – Química; Metalúrgica; C08 – Compostos macromoleculares orgânicos; sua preparação ou químicos <i>working-up</i> ; composições com base nela; C08B – Polissacarídeos; derivados; C08B37/00 – Preparação de polissacarídeos não previstos C08B37/08 – Quitina; Sulfato de condroitina; Ácido hialurônico; Seus derivados.

Fonte: Autores (2021).

Ao analisar os códigos IPC mais solicitados nas patentes identificadas (Gráfico 1), observa-se grande predominância da classe **A01N**, distribuídas em suas subclassificações. Esta classificação refere-se à preservação de organismos humanos, animais, plantas ou suas partes; biocidas, por exemplo, como desinfetantes, pesticidas ou herbicidas; repelentes ou atrativos de pragas; reguladores do crescimento de plantas e suas especificações. Isto se deve ao fato de que estas patentes se referem principalmente à proteção de compostos e sua utilização no controle de pragas, sendo o *R. palmarum* considerado uma praga importante de palmáceas, este inseto se inclui como abrangência da reivindicação.

O Código **C12N** surge como a segunda maior frequência e se refere a microrganismos ou enzimas, suas composições, propagação, preservação ou manutenção de microrganismos, mutação ou engenharia genética, meios de cultura (meio de teste microbiológico). Em terceiro lugar, o **C07K**, que se refere a categoria de Peptídeos. Além destes, o código **C07D**, é observado como o de menor frequência, estando este relacionado a inovações no campo de química orgânica de compostos heterocíclicos.

Gráfico 1. Classificação IPC dos depósitos de pedidos de patentes via PCT com as palavras chave “*Rhynchophorus palmarum* AND chitosan”.



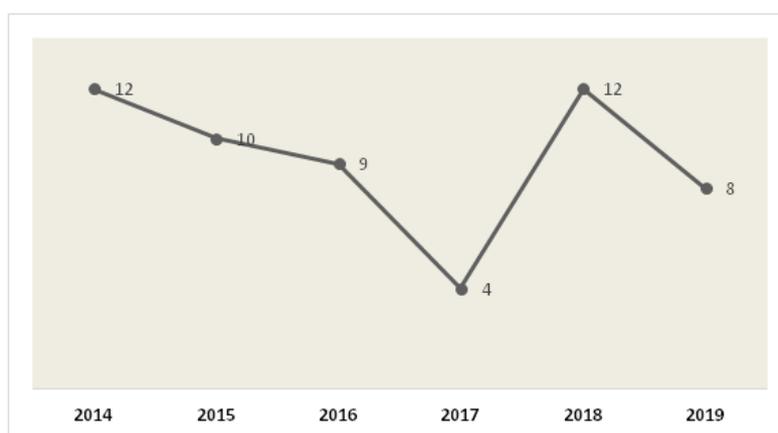
Fonte: Autores (2021).

A diversidade de contextos tecnológicos nos quais a quitosana está inserida deve-se aos inúmeros relatórios sobre as atividades biológicas e suas aplicações nas áreas de alimentos, farmacêutica, agrícola e indústrias ambientais. A maior quantidade de patentes relacionadas ao código A01N deve-se, também, ao fato de que a quitosana, nos últimos anos, tem ganhado atenção no ramo da indústria alimentícia, sendo utilizada para a conservação de alimentos devido à sua atividade antimicrobiana frente a microrganismos patogênicos e deteriorantes. A partir dessas características, esse polímero tem sido empregado na melhoria da segurança alimentar e na durabilidade dos alimentos (ZOU, et al. 2015; BARROS, et al. 2020).

Constata-se, portanto, que nenhum pedido de proteção patentária analisado reivindica o mesmo código IPC que caracteriza o objeto desta prospecção. Porém, se faz necessário uma análise detalhada destas patentes, a fim de se conhecer o cenário socioeconômico em que esta discussão se insere.

Nesta perspectiva, constata-se que, dentre os pedidos de proteção identificados, os primeiros registros foram realizados em 2014 como mostra o Gráfico 2, com um total de 12 publicações, havendo uma queda para 10 depósitos em 2015, número este que só foi superado em 2018, havendo novamente uma redução para 8 solicitações no ano de 2019 e nenhuma patente em 2020 até o presente momento deste estudo. Com isso, obteve-se uma média de aproximadamente 9 proteções anuais.

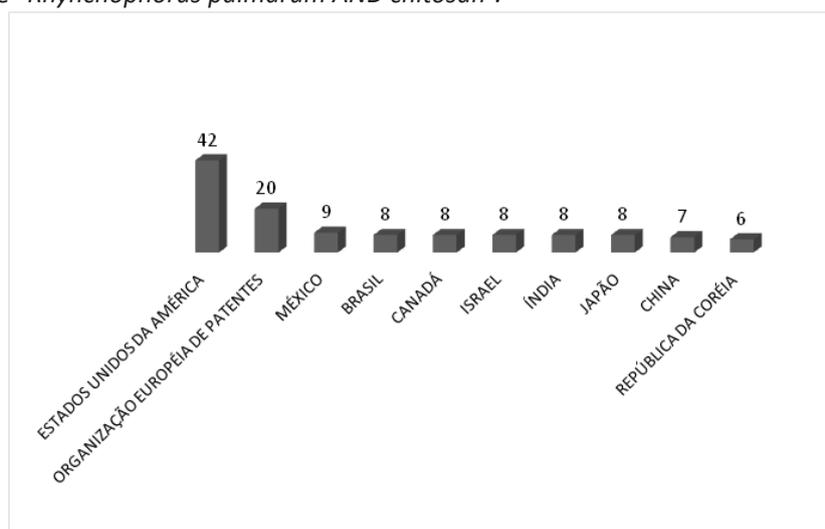
Gráfico 2. Distribuição de depósitos por ano das patentes recuperadas com o termo *Rhynchophorus palmarum* AND chitosan.



Fonte: Autores (2021).

A análise temporal apresentada pode conter algumas limitações que, se não entendidas, podem levar a uma interpretação errônea deste cenário tecnológico. A redução no número de depósito de patentes em 2019, quando comparada ao ano anterior, pode ser justificada pelo fato de serem mantidas em período de sigilo durante 18 meses contados da data de depósito ou da prioridade mais antiga e, por isso, a realização dos estudos de prospecção tecnológica podem sofrer uma limitação, já que um número considerável de depósitos podem não se encontrar disponíveis em domínio público, sendo tal limitação já relatada em prospecção tecnológica anteriormente desenvolvida (ROCHA et al., 2014).

Gráfico 3. Número de patentes por país depositante nas bases analisadas com as palavras chave “*Rhynchophorus palmarum* AND chitosan”.

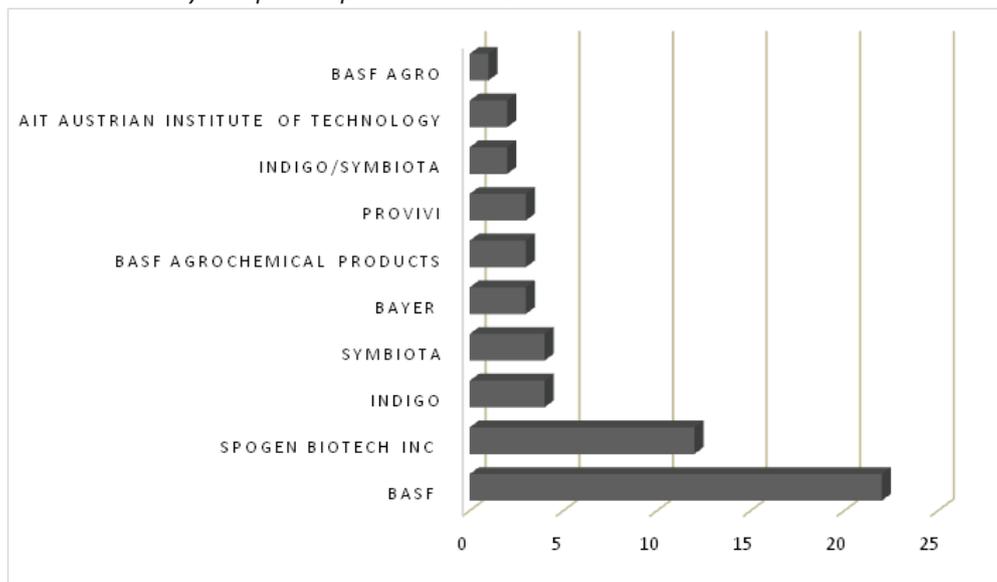


Fonte: Autores (2021).

Os Estados Unidos da América (EUA) é o principal depositante com 42 depósitos e por uma patente com pedido PCT, seguidos pela Organização Europeia de Patentes com 20 depósitos. Em seguida México (9), Brasil (8), Canadá (8), Israel (8), Índia (8), Japão (8), China (7) e República da Coreia (6) como observados no Gráfico 3. O perfil de países onde os depositantes pedem proteção de suas patentes caracteriza o perfil de mercado desses produtos tecnológicos. Tais dados demonstram o monopólio do conhecimento biotecnológico dividido entre EUA e União Europeia, fortalecendo a necessidade de investimento em pesquisas e ciência nos países em desenvolvimento, como o Brasil. Nesse caso, o fato do Brasil ser visto como um importante mercado, não depositou nenhuma patente relacionada ao tema, expondo uma fragilidade já conhecido do País em relação ao desenvolvimento tecnológico aquém de seu desenvolvimento científico. (DOS SANTOS OLIVEIRA et al., 2017).

Reflexo deste monopólio de patentes pelos é a origem dos pedidos de proteção, onde pode-se observar que a totalidade dos requerentes destas patentes são grandes empresas mundiais na área da química e farmácia como é possível visualizar no Gráfico 4, onde o grupo alemão BASF® (com produção de tecnologia agrícola e química) é o requerente majoritário dos pedidos de proteção identificados. Correlacionando este dado aos códigos IPC identificados, constata-se que o desenvolvimento das tecnologias patenteadas serve aos interesses do agrogócio, com perspectiva na redução de pragas e aumento da produção alimentícia, fomentado pelo setor privado e seus interesses.

Gráfico 4. Número de patentes por requerentes obtidos nas bases analisadas com as palavras chave “*Rhynchophorus palmarum* AND chitosan”.



Fonte: Autores (2021).

Outras empresas vêm se destacando como depositantes de patentes, (Gráfico 4). A Spogen Biotech[®], que atua na área da Biotecnologia; a Indigo (Symbiota, seu antigo nome) é um dos primeiros unicórnios das agritechs (startups do agronegócio); A Bayer[®], empresa alemã que atua na área da saúde e agronegócio através da química e farmacêutica; a Provivi[®], que aplica a Biotecnologia no controle de pragas e insetos. Neste contexto, chama-se a atenção o fato de grande parte destas patentes terem sido requeridas por grupos de empresas atuantes no agronegócio, principalmente.

A aplicabilidade da quitosana na agricultura é bastante variada. Como se sabe, o uso de pesticidas químicos para a proteção das plantações para a garantia de uma alta produtividade agrícola, pode ocasionar danos ao meio ambiente, dentre eles, a poluição, propiciar resistência aos microrganismos fitopatogênicos e conseqüentemente danos à saúde humana. A quitosana, nesse cenário, mostra-se uma alternativa ecologicamente viável substituindo ou competindo com tais produtos danosos, atuando como veículo de entrega controlada de agroquímicos e materiais genéticos devido à sua comprovada biocompatibilidade, capacidade de biodegradabilidade, não toxicidade e adsorção, servindo como reservatório protetor para os ingredientes ativos e os protegendo do ambiente circundante. Outras aplicações como no biocontrole de microrganismos causadores de doenças, tanto antes quanto após o período de colheita; proporcionando resistência às plantas, através do aumento da síntese de compostos antifúngicos como fitoalexinas e enzimas hidrolíticas como a glucanases e quitinases; na formação de filmes semipermeáveis com propriedades antimicrobianas que podem prolongar a vida útil dos produtos pós-colheita, entre outros são notórias (BERGER, et al. 2011; KASHYAP, XIANG, HEIDEN. 2015).

Considerações Finais

A partir da análise das patentes obtidas, conclui-se que estas apresentam um perfil diferente do objeto desta prospecção, demonstrando diversas aplicabilidades para a quitosana, que tem sido utilizada tanto no controle de pragas como o *R. palmarum*, como também na indústria alimentícia para conservação de alimentos, a partir de processos biotecnológicos recentes, iniciados no ano de 2014. Associado a isto, destaca-se que os pedidos de depósito analisados apresentam proteção para códigos IPC que divergem dos códigos que caracterizam o objeto deste estudo, evidenciando uma lacuna na produção tecnológica que proponha a utilização da quitosana extraída a partir de insetos, como o *R. palmarum*.

Quanto ao cenário mundial, identifica-se que a tecnologia analisada por meio destas patentes, se detém à União Europeia e aos EUA e por meio de reivindicações de grandes empresas da área de Biotecnologia voltada principalmente para o agronegócio. Assim, evidencia-se o monopólio destas tecnologias por países desenvolvidos, onde se tem maior investimento, inclusive da iniciativa privada, numa corrida desigual em que os países em desenvolvimento ocupam sempre as últimas posições, estando o Brasil entre estes.

Cabe ressaltar sobre a limitação desta prospecção no que se refere aos depósitos de patentes requeridos em 2019, pois um número considerável de patentes não se encontra ainda disponível em domínio público, visto que há proteção de sigilo de 18 meses.

Constata-se, através de todas as análises realizadas nas bases de dados PatentScope, Espacenet, *The Lens*, USPTO, INPI, Questel Orbit e PubMed, que não há depósito de pedido de patente que reivindique a tecnologia objeto desta prospecção ou artigo científico que explicita o seu desenvolvimento. Portanto, a utilização da quitosana extraída a partir do inseto praga *Rhynchophorus palmarum* constitui uma área biotecnológica pouco explorada e potencialmente útil para novas pesquisas e biomateriais.

Referências

BADAWY, R.M.; MOHAMED H.I. **Chitin extraction, Composition of Different Six Insect Species and Their Comparable Characteristics with That of the Shrimp Rawda M. Badawy.** *Journal of American Science*, 2015.

BARROS. D.M. et al. **Utilização de quitosana na conservação dos alimentos. Use of chitosan in food conservation.** *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, v. 6, n. 4, p.1717-1773, 2020.

BERGER L.R.R; STAMFORD TCM, STAMFORD NP. **Perspectivas para o uso da quitosana na agricultura.** *Rev Iberoameric Polim.* 12:195-215. 2011.

CAMPANA-FILHO, P. et al. **EXTRAÇÃO, ESTRUTURAS E PROPRIEDADES DE α - E β -QUITINA.** *Química Nova*, p. 644-650, 2007.

CARTAY, R., DIMITROV, V., FELDMAN, M. **An Insect Bad for Agriculture but Good for Human Consumption: The Case of *Rhynchophorus palmarum*: A Social Science Perspective.** *IntechOpen*. 2020.

CORREIA, R.G., LIMA, A.C.S., CORDEIRO, A.C.C., SILVA MACIEL, F.C., MARTINS, W.B.R. & DIONÍSIO, L.F.S. **Flutuação populacional de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) em plantios de palma de óleo em Roraima.** *EntomoBrasilis* 8, p.130–134, 2015.

CYSNE, Q. et al. **Manejo de *Rhynchophorus palmarum* em campo de produção de sementes de palma de óleo.** *DOCUMENTO 107 - EMBRAPA*, Manaus, AM, 2013.

FARIAS, T.P., FARIA, F.A. **Prospecção tecnológica de patentes para produção de produtos medicinais à base de morinda.** *Cad. Prospec.*, Salvador, v. 11, n. 1, p.139-145, 2018.

HUANG C-Y, KUO C-H, WU C-H, KU M-W, CHEN P-W, CH W, MW K. **Extraction of crude chitosans from squid (*Illex argentinus*) pen by a compressional puffing-pretreatment process and evaluation of their antibacterial activity.** *Food Chemistry*. 254:217–223. 2018.

KASHYAP, P.L., XIANG X., HEIDEN P., **Chitosan nanoparticle based delivery systems for sustainable agriculture.** *International Journal of Biological Macromolecules*, p. 36-51. 2015.

KIM, T.-K., YONG, H. I., KIM, Y.B., KIM, H.W., Choi, Y.S. **Edible Insects as a Protein Source: A Review of Public Perception, Processing Technology and Research Trends.** *Food Sci. Anim. Resour.* 39(4):521~540, 2019.

LIMA, S., MACHADO, A., CAVALCANTI, M., & LISBÔA, C. **Análise sensorial da água de coco não verde processada e comercializada no sertão paraibano e cearense.** *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável.* 10(1), p. 165 – 169, 2015.

LIU, S. et al. **Extraction and Characterization of Chitin from the Beetle *Holotrichia paralela*.** Motschulsky. *Molecules*, 2012.

Ma, J., Xin C., & Tan C. **Preparation, physicochemical and pharmaceutical characterization of chitosan from *Catharsius molossus* residue.** *International Journal of Biological Macromolecules*, 80, 547–556, 2015.

MOURA, S. M. S.; SOUSA, S. R. S de.; CONDE JÚNIOR, A. M. **Genipa americana: prospecção tecnológica.** *Jornal Interdisciplinar de Biociências.Teresina*, v. 1, n. 2, p. 31-35, 2016.

PHILIBERT T., LEE B.H., FABIEN N. **Current status and new perspectives on chitin and chitosan as functional biopolymers.** *Appl. Biochem. Biotechnol*, p. 1314-1337, 2017.

ROCHA, I. S., MIRANDA, A. L., AMORIM, F. L., SILVEIRA, P. T. S., SOARES, S. E. **Prospecção tecnológica com o enfoque na produção e preparações de alimentos com aroma e sabor de café e cacau.** *Revista GEINTEC, São Cristóvão/SE*, v. 4/n. 4/ p.1418-1425, 2014.

SILVA, HÉLIO S. R. COSTA; SANTOS, KÁTIA S. C. R. DOS; FERREIRA, ELIZABETH I. **Quitosana: derivados hidrossolúveis, aplicações farmacêuticas e avanços.** *Quím. Nova*, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 776-785. 2006.

SPIN-NETO R, PAVONE C, FREITAS RM, MARCANTONIO R, MARCANTONIO-JÚNIOR E. **Biomateriais à base de quitosana com aplicação médica e odontológica: revisão de literatura.** *Revista de Odontologia da UNESP*, 37:155-61, 2008.

ZOU P, X. YANG, J. WANG, Y. LI, H. YU, Y. ZHANG, G. LIU. **Advances in characterisation and biological activities of chitosan and chitosan oligosaccharides.** *Food Chemistry*, 190 p. 1174-11, 2016.

Recebido em 10 de fevereiro de 2021.

Aceito em 22 de junho de 2021.