

## PROSPECTIVE ANALYSIS OF BIOPOLYMERS THAT USE POLYSACCHARIDES IN THE PRODUCTION PROCESS

## ANÁLISE PROSPECTIVA DE BIOPOLÍMEROS QUE UTILIZAM POLISSACARÍDEOS NO PROCESSO PRODUTIVO

Isabelle Mary Costa Pereira<sup>1</sup>; Marla Jayssa Correa da Silva<sup>2</sup>; Francisco Diêgo da Silva Chagas<sup>3</sup>; Ana Lúcia Ponte Freitas<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Bioquímica e Biologia Molecular – PPGBioq  
 Universidade Federal do Ceará – UFC – Fortaleza/CE – Brasil - isabellemcpereira@gmail.com

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Bioquímica e Biologia Molecular – PPGBioq  
 Universidade Federal do Ceará – UFC – Fortaleza/CE – Brasil - marlajayssa@alu.ufc.br

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Bioquímica e Biologia Molecular – PPGBioq  
 Universidade Federal do Ceará – UFC – Fortaleza/CE – Brasil – chagasdiegos@gmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal do Ceará – UFC – Fortaleza/CE – Brasil – pfreitas@bioquimica.ufc.br

### Resumo

*Os biopolímeros podem ser definidos como compostos originados a partir de plantas, animais e microrganismos e são constituídos por monômeros estruturados por ligações covalentes, originando macromoléculas. De modo geral, podem ser formados por diversas moléculas, dentre as quais podemos destacar os carboidratos. Os polissacarídeos são carboidratos constituídos por monossacarídeos unidos por ligações covalentes, também chamadas de ligações glicosídicas. Objetivou-se realizar um estudo prospectivo sobre patentes relacionadas ao desenvolvimento de biopolímeros, cujo processo envolve polissacarídeos, com busca nos bancos de dados do Escritório Europeu de Patentes (EPO – no site Espacenet) e do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Observou-se que o INPI possui poucos depósitos de patentes (24) em comparação com ao EPO (273). Além disso, o país com maior número de depósitos de patentes foi o Estados Unidos (102) e as áreas que houveram maior número de depósitos envolviam os temas: bioquímica, cerveja, álcool, vinho, vinagre, microbiologia, enzimologia, engenharia genética, mutação C12P e preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas (A61K). Portanto, a prospecção de patentes relacionadas à biopolímeros, confeccionados a partir de polissacarídeos, evidencia a necessidade de um maior investimento pois possui grande potencial de desenvolvimento.*

**Palavras-chave:** Prospecção; Biopolímeros; Polissacarídeos.

### Abstract

*Biopolymers can be defined as compounds originated from plants, animals and microorganisms and are constituted by monomers structured by covalent bonds, originating macromolecules. In general, they can be formed by several molecules, among which we can highlight carbohydrates. Polysaccharides are carbohydrates made up of monosaccharides joined by covalent bonds, also called glycosidic bonds. The objective was to carry out a prospective study on patents related to the development of biopolymers, whose process involves polysaccharides, with a search in the databases of the European Patent Office (EPO - on the Espacenet website) and the National Institute of*

*Industrial Property (INPI). It was observed that the INPI has few patent filings (24) compared to the EPO (273). In addition, the country with the highest number of patent filings was the United States (102) and the areas with the greatest number of filings involved the following topics: biochemistry, beer, alcohol, wine, vinegar, microbiology, enzymology, genetic engineering, mutation C12P and preparations for medical, dental or hygienic purposes (A61K). Therefore, the prospection of patents related to biopolymers, made from polysaccharides, highlights the need for greater investment as it has great potential for development.*

**Keywords:** Prospection; biopolymers; polysaccharides.

## 1. Introdução

Os recursos ambientais vêm diminuindo de forma significativa, devido a exploração extrativista humana ao longo de várias décadas. De forma complementar, ocorre uma intensificação da destruição ambiental por meio da contaminação causada pela falta de manejo dos resíduos industriais (KANMANI et al., 2017). Nos países desenvolvidos, em contrapartida, à conscientização ambiental vem ganhando mais espaço, culminando mais recentemente em um aumento pela substituição dos polímeros sintéticos (confeccionados a partir de petróleo) por compostos recicláveis ou biodegradáveis, aumentando assim a demanda por biopolímeros (DOVE; BRADLEY; PATWARDHAN, 2016).

Biopolímeros são compostos originados a partir de plantas, animais e microrganismos que são constituídos por monômeros estruturados por ligações covalentes formando moléculas maiores (SIVAKANTHAN et al., 2020). Devido à versatilidade de sua composição e funcionalidade, possuem diversas aplicações em áreas distintas (VAN DE VELDE; KIEKENS, 2002), entre elas a médica (REBELO; FERNANDES; FANGUEIRO, 2017), a construção civil (PLANK, 2004) e a agricultura (HAYES et al., 2012). Dentre as moléculas que são utilizadas para a confecção de biopolímeros podem ser destacados os polissacarídeos (MCCLEMENTS, 2006).

Os polissacarídeos são açúcares complexos constituídos por monossacarídeos unidos por ligações covalentes, também chamadas de ligações glicosídicas (EDEBALI, 2019). Os polissacarídeos biossintetizados podem ser representados pela celulose, encontrada principalmente na parede celular de plantas. Ademais, merece destaque a quitina, presente em elevada quantidade nos exoesqueletos de animais (NELSON; COX, 2018; SHI, 2016).

Estes carboidratos podem ser isolados e purificados de suas fontes naturais ou podem ser sintetizados, o que aumenta ainda mais as possibilidades de uso, pois podem ter sua função controlada por meio de modificações na estrutura molecular (BALDWIN; KIICK, 2010). Devido à disponibilidade de matéria-prima na natureza e à possibilidade de manipulação sintética, há décadas

são utilizados para a fabricação de produtos na indústria de alimentos, de fármacos, de biomateriais e de combustíveis (LIU; WILLFÖR; XU, 2015).

Em razão do alto potencial do desenvolvimento científico-tecnológico deste tema, faz-se necessário o conhecimento acerca do estado da arte do mesmo. O objetivo do presente estudo é realizar a prospecção tecnológica de patentes relacionadas ao desenvolvimento de biopolímeros, cujo processo envolve polissacarídeos, com busca nos bancos de dados do Escritório Europeu de Patentes (EPO – no *site* Espacenet) e do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Através deste levantamento e do relato do estado da técnica, torna-se possível verificar o potencial para o desenvolvimento de novos produtos, bem como evitar a repetição de invenções relacionadas à biopolímeros de polissacarídeos nos diferentes bancos de dados.

## 2. Metodologia

A prospecção tecnológica foi realizada levando em consideração as patentes depositadas nos bancos de dados nacional (INPI) e internacional (Espacenet), até o período de Janeiro de 2022. As palavras-chaves utilizadas para busca no INPI foram “Biopolímer\* e polissacar\*” e no Espacenet foram “*Biopolymer\* and polysacchar\**”. O caractere especial ‘\*’ foi utilizado para substituir os caracteres subsequentes, tornando a busca mais ampla e completa.

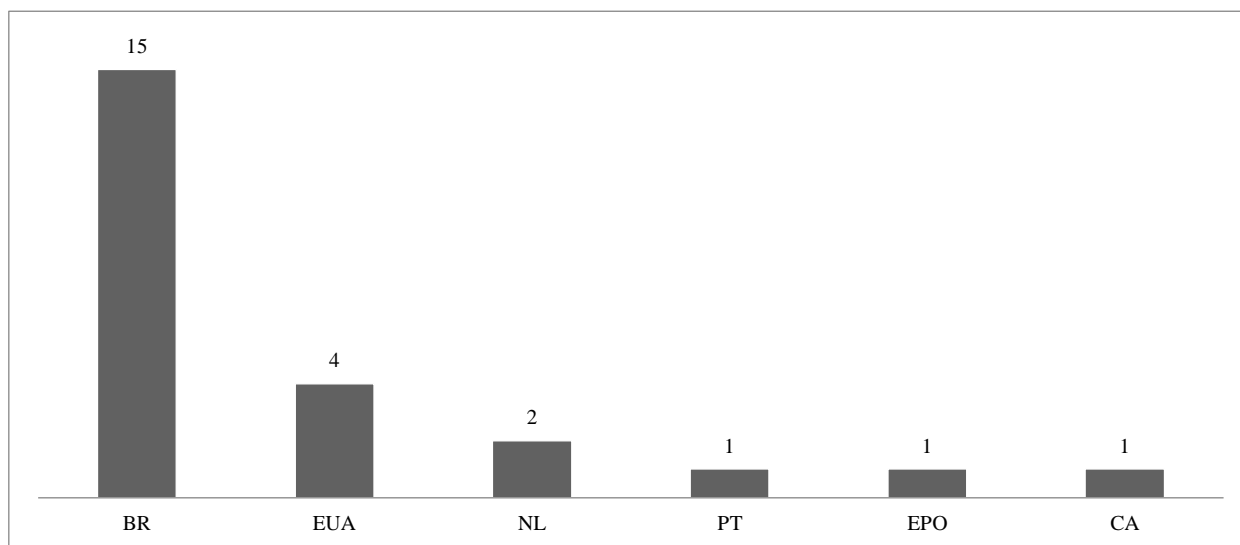
Após a busca nos bancos de patentes, foi realizada a coleta dos dados quantitativos em ambos os bancos, para realização de uma pesquisa exploratória básica utilizando o programa Excel como ferramenta auxiliar (CHAGAS et al., 2021; COELHO & COELHO, 2003). Ocorreu uma filtragem e agrupamento dos dados, que foram contabilizados e computados de forma automatizada. Os dados discriminados foram ano de publicação, país de publicação e Classificação Internacional de Patentes (CIP).

## 3. Resultados e Discussão

O resultado da busca pelos termos “Biopolímer\* e polissacar\*”, com os filtros resumo e título, foram obtidos 24 depósitos de patentes no INPI e como resultado pela busca dos termos “*Biopolymer\* and polysacchar\**” foram obtidos 273 resultados no Espacenet. As patentes publicadas no Brasil ainda são poucas, quando comparadas ao quantitativo de patentes depositadas no banco de dados internacional Europeu (EPO), onde há um vasto número de patentes publicadas sobre biopolímeros e polissacarídeos em áreas diversas de aplicação.

No INPI as patentes relacionadas à biopolímeros e polissacarídeos foram encontradas em maior quantidade no Brasil com 15 depósitos, seguido por Estados Unidos (EUA) com 4 depósitos e Holanda com 2 depósitos (Figura 1). Sobre a produção científica e tecnológica de pesquisadores das universidades brasileiras, foi visto que apenas 1% dos pesquisadores que produzem artigos científicos submetem patentes, enquanto que na produção tecnológica há pelo menos 61% publicações em revistas científicas (SCARTASSINI; DE MOURA, 2020).

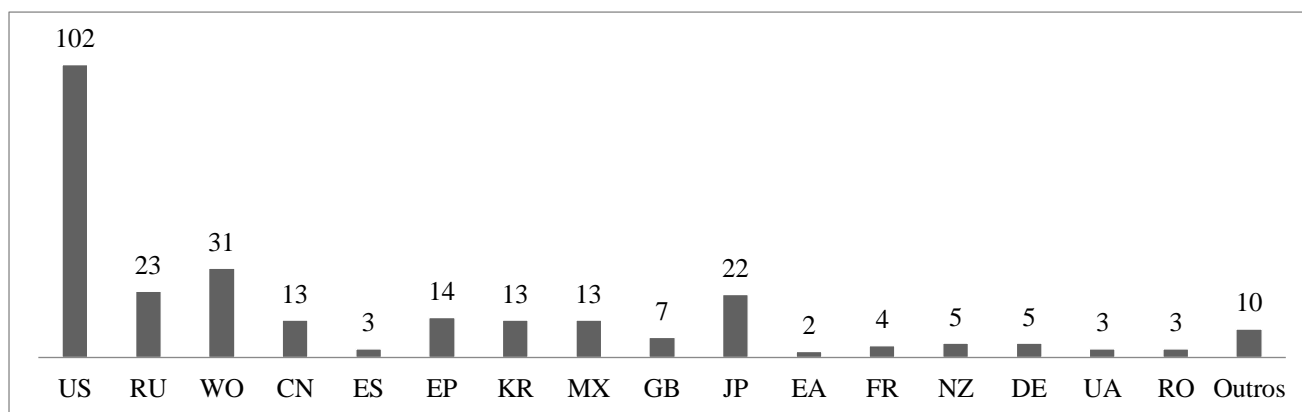
Figura 1 - Patentes depositadas sobre "biopolímer\* polissacari\*\*" no INPI de acordo com o país de origem



Fonte: Autoria própria (2022). BR = Brasil; EUA = Estados Unidos da América; NL= Holanda; PT = Portugal; EPO = Escritório Europeu de Patentes; CA = Canada.

No banco de dados Espacenet foi observado que o país com maior número de patentes foi os EUA, com 102 depósitos, seguido pela WIPO (*World Intellectual Property Organization*) com 31 depósitos, e a Rússia, que ficou com valores muito próximos do Japão, 23 e 22, respectivamente (Figura 2).

Figura 2 - Patentes depositadas sobre " *Biopolymer\* and polysacchar\*\**" no Espacenet de acordo com o país de origem.

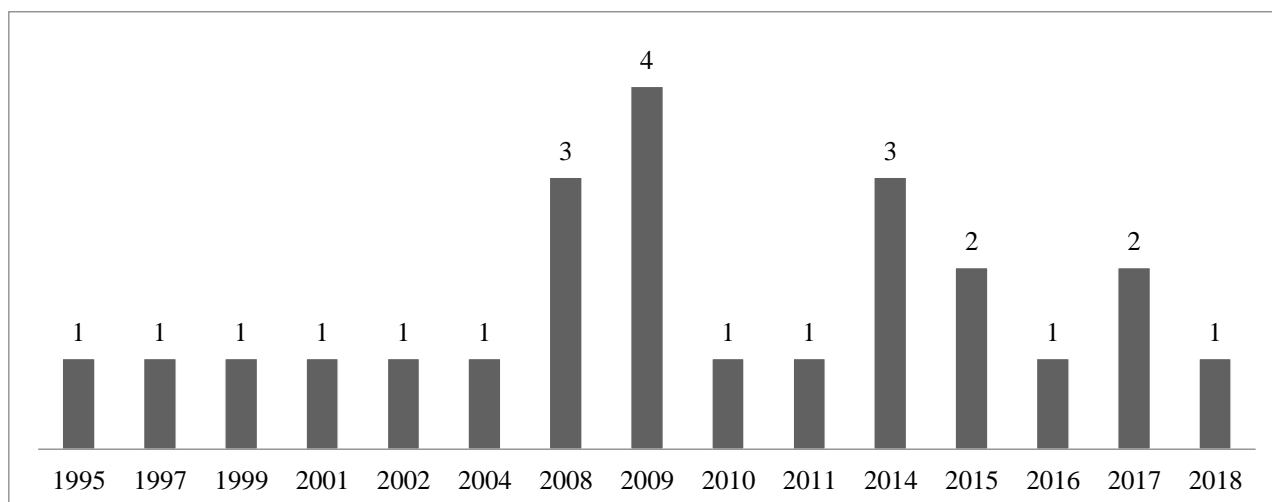


Fonte: Autoria própria (2022). US = Estados Unidos da América; RU = Federação Russa; WO = Organização Mundial da Propriedade Intelectual; CN = China; ES = Espanha; EP = Organização Europeia de patentes; KR = República da Coreia; MX = México; GB = Reino Unido; JP = Japão; EA = Organização Euroasiática de Patentes; FR = França; NZ = Nova Zelândia; DE = Alemanha; UA = Austrália; RO = Romênia; Outros = outros países com depósito de patentes com valor 1.

Um dos fatores que mais impactam no potencial de inovação de um país é o capital disponível para o investimento tecnológico, que pode ser originado de fontes nacionais ou internacionais, esta última predominante em países hospedeiros, ou seja, que estão em desenvolvimento e dependem diretamente do fluxo financeiro gerado pelas empresas estrangeiras (ARUN; YILDIRIM, 2017). Devido aos EUA ser um país economicamente desenvolvido, que possui uma grande quantidade de multinacionais sediadas em seu território, sendo um dos maiores polos de exportação e importação de produtos, é esperado que possua um maior número de patentes se comparado aos outros países. Embora o Brasil não possua um grande número de patentes depositadas no banco internacional, em números é comparável com alguns países com maior número de patentes, como China e Coreia.

A patente mais antiga depositada no INPI sobre biopolímeros de polissacarídeos foi publicada no ano de 1995. No intervalo entre os anos de 1995 a 2004 observou-se que o número de publicações foi constante. No entanto, nos anos de 2008 e 2009 houve um aumento considerável de depósitos de patentes sobre biopolímeros de polissacarídeos. De modo geral, 2009 foi o ano com maior número de publicações (4) (Figura 3). Este fato pode estar relacionado às necessidades atuais, que refletem maiores investimentos em ciência e inovação.

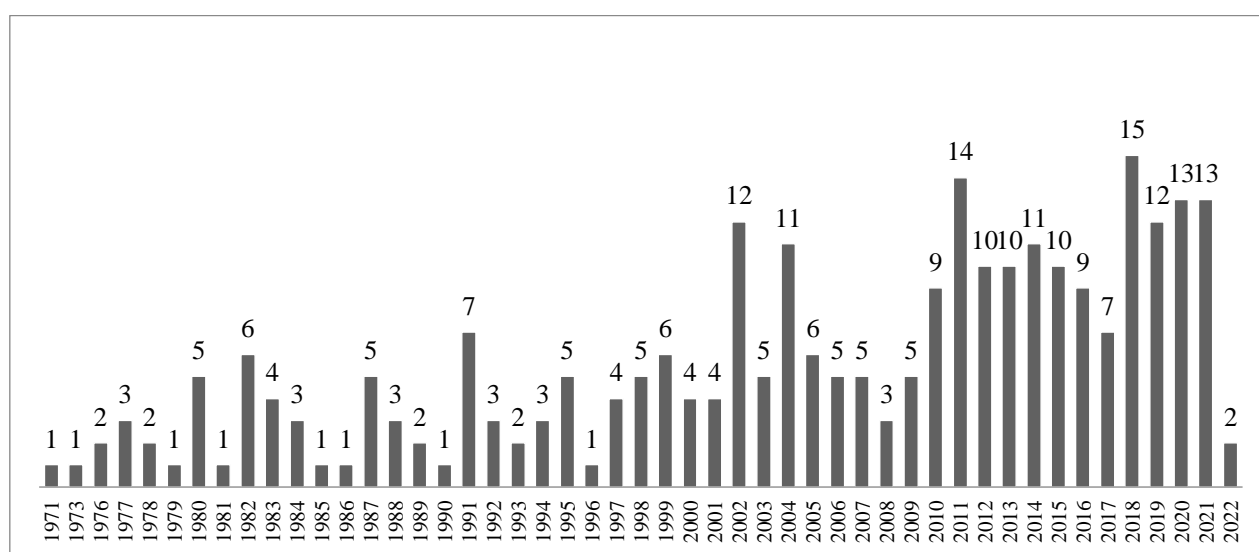
Figura 3 - Patentes depositadas sobre "biopolimer\* polissacari\*" no INPI de acordo com ano de publicação.



Fonte: Autoria própria (2022)

Com o passar dos anos e o advento de novas tecnologias, o potencial de inovação também vem aumentando, resultando no desenvolvimento de importantes ferramentas para a aumento de materiais inovadores que culminem em patentes. Diante disso, é possível observar o crescimento no depósito de patentes ao longo dos anos, em especial no banco de dados internacional Espacenet (Figura 4). Entretanto, houveram quedas no depósito de patentes entre os anos de 2011 e 2017, mas esses depósitos voltaram a subir nos anos seguintes. Vale resaltar, que até o presente momento, foram depositadas duas patentes este ano, demonstrando o aumento do interesse sobre o tema e o empenho de pesquisadores do mundo em relação aos biopólimeros.

Figura 4: Patentes depositadas no Espacenet sobre "Biopolymer\* and polysacchar\*" de acordo com ano de publicação.

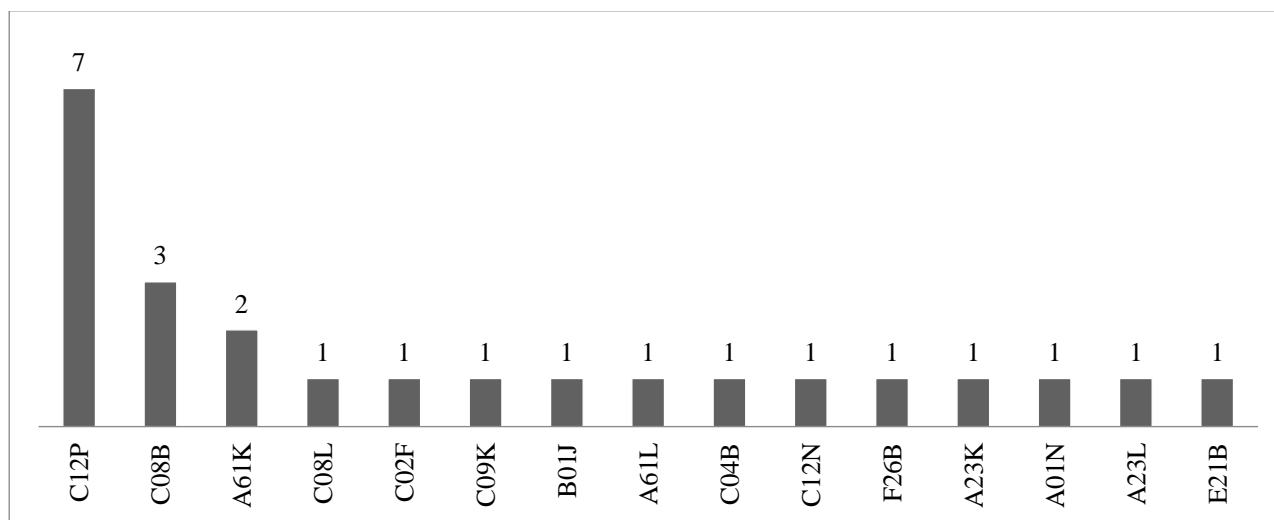


Fonte: Autoria própria (2022)

Os polímeros possuem taxa crescimento estimada em 20%, com uma constante valorização dos produtos desenvolvidos, em especial os biopolímeros, uma vez possuem seu processo de fabricação menos dispendioso do que derivados do petróleo, tanto na matéria-prima como no processo produtivo. Além disso, ainda apresenta a vantagem de ser um produto ecologicamente correto (BORSCHIVER; ALMEIDA; ROITMAN, 2008). Devido a alta demanda do mercado moderno, a área de confecção de biopolímeros (inclusive os que são criados a partir de polissacarídeos) surge como fonte alternativa. Dessa forma, é evidente um aumento no interesse por pesquisas realizadas na área e conseqüentemente o aumento do número de patentes depositadas sobre o assunto.

Foi observado no INPI que as patentes de biopolímeros de polissacarídeos apresentam uma vasta área de seções, após observado a variável CIP. Ademais, é notório que essas patentes estão concentradas principalmente na área de bioquímica, cerveja, álcool, vinho, vinagre, microbiologia, enzimologia, engenharia genética ou de mutação (C12P), polissacarídeos e seus derivados (C08B) e preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas (A61K) (Figura 5).

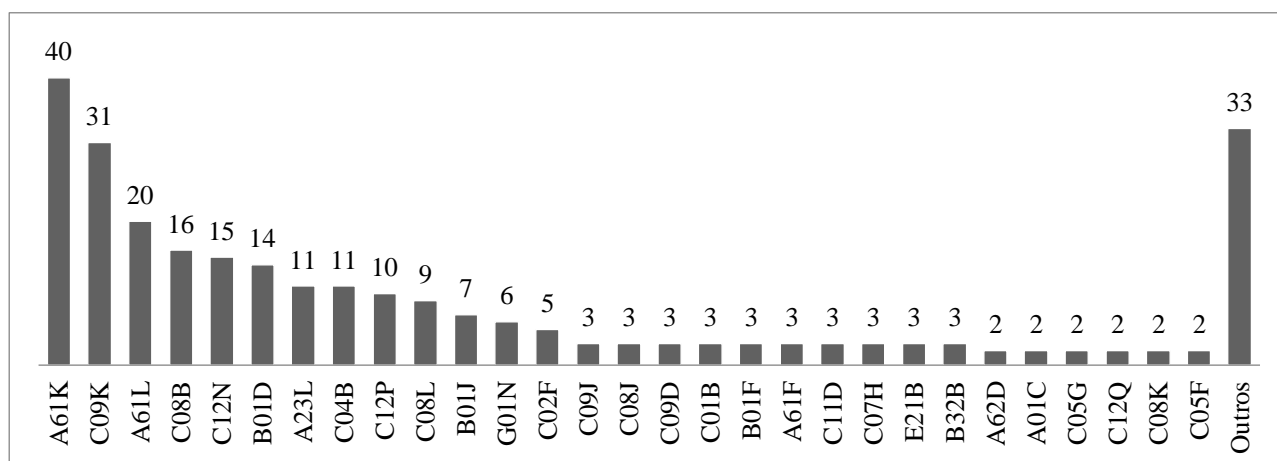
Figura 5: Patentes depositadas no INPI classificadas pela Classificação Internacional de Patentes (CIP) relacionada ao termo “biopolimer\* polissacari\*”



Fonte: Autoria própria (2022)

A área com maior depósito de patentes no Espacenet foi a A61K e a terceira maior foi A61L (Figura 6), segundo a classificação internacional de patentes, está relacionada as necessidades humanas, especificamente no âmbito da saúde e higiene, sendo portanto ligado à produtos de farmacêuticos, desinfecção e artigos cirúrgicos, entretanto, a primeira referente à produtos e a outra referente a métodos. A segunda área de maior quantidade de patentes no banco internacional é C09K, referente à química, em particular tintas, revestimentos e resinas naturais.

Figura 6: Patentes depositadas no Espacenet classificadas pela Classificação Internacional de Patentes (CIP) relacionadas ao termo “Biopolymer\* and polysacchar\*”



Fonte: Autoria própria (2022)

Os dados evidenciam as áreas com maior demanda da confecção de produtos e técnicas, representando assim um elevado potencial de mercado nas áreas de saúde, higiene, bioquímica e de revestimentos naturais. Uma das áreas com maior número de patentes depositadas são representadas pelos setores em produção de resíduos petroquímicos, que não podem ser reciclados e demoram anos para serem degradados, o que geram os mais diversos impactos naturais (PEREIRA et al., 2005).

De modo geral, os dados obtidos a partir da classificação internacional reforçam a versatilidade da utilização de biopolímeros de carboidratos em diferentes áreas do conhecimento e a importância dos estudos contínuos de técnicas e processos, pois é evidenciado um grande potencial de inovação dos polissacarídeos.

#### 4. Conclusão

A prospecção de patentes relacionadas à confecção de biopolímeros produzidos a partir de polissacarídeos evidencia a diferença quantitativa entre as patentes depositadas pelo Brasil no EPO e o INPI, o qual possui mais patentes no banco nacional. Esse fato pode ser devido ao reduzido investimento em ciência e tecnologia no Brasil e também pela baixa aderência do setor privado no desenvolvimento de pesquisas, o qual possui maior interesse em depósitos de patentes em bancos internacionais. Apesar disso, foi evidenciado um grande potencial de desenvolvimento de produtos a base de biopolímeros de carboidratos em diversas áreas, em especial na área farmacêutica e de saúde.

O crescente avanço da ciência e inovação ao redor do mundo permite evidenciar a falta de investimentos e de parcerias realizadas entre o setor público e privado, o que dificulta o Brasil de tornar-se um país com maior destaque na criação de produtos e processos relacionados à área de



biopolímeros à base de polissacarídeos reconhecido internacionalmente, apesar da alta disponibilidade de matéria-prima do país. Diante disso, visando acompanhar o mercado mundial, é inegável a necessidade de um novo olhar dos centros de pesquisas brasileiros sobre a prospecção tecnológica e depósitos de patentes de produtos e processos.

Os biopolímeros confeccionados à partir de polissacarídeos representam uma alternativa ao uso de derivados do petróleo, o que auxiliará no desenvolvimento sustentável. Ademais, a prospecção de patentes sobre este tema é importante para o conhecimento do estado da arte e da técnica sobre essa temática, pois esse trabalho pode ser utilizado como referência em futuros estudos que visam a confecção de produtos e processos baseado em biopolímeros baseado em polissacarídeos.

## Referências

ARUN, K.; YILDIRIM, D. Ç.. Effects of foreign direct investment on intellectual property, patents and R&D. **Queen Mary Journal of Intellectual Property**, v. 7, n. 2, p. 226-241, 2017.

BALDWIN, A. D.; KIICK, K. L. Polysaccharide-modified synthetic polymeric biomaterials. **Peptide Science: Original Research on Biomolecules**, v. 94, n. 1, p. 128-140, 2010.

BORSCHIVER, S; ALMEIDA, L. F. M; ROITMAN, T. Monitoramento tecnológico e mercadológico de biopolímeros. **Polímeros**, v. 18, p. 256-261, 2008

CHAGAS, F. D. S.; NOGUEIRA, F. C.; PARRA, A. L. C.; FREITAS, A. L. P.. PROSPECTIVE STUDY OF PRODUCTS AND PROCESSES BASED ON CARBOHYDRATE HYDROLYSIS. **Revista INGI-Indicação Geográfica e Inovação**, v. 5, n. 3, p. 1323-1332, 2021.

COELHO, G. M.; COELHO, D. M. S.. Prospecção tecnológica: metodologias e experiências nacionais e internacionais. **Projeto CTPetro Tendências Tecnológicas**, v. 14, 2003.

DOVE, C. A.; BRADLEY, F. F.; PATWARDHAN, S. V. Seaweed biopolymers as additives for unfired clay bricks. **Materials and Structures**, v. 49, n. 11, p. 4463-4482, 2016.

EDEBALI, S.. **Advanced sorption process applications**. BoD–Books on Demand, 2019.

HAYES, D. G.; DHARMALINGAM, S.; WADSWORTH, L. C.; LEONAS, K. K.; MILES, C.; INGLIS, D. A.. Biodegradable agricultural mulches derived from biopolymers. **Degradable Polymers and Materials: Principles and Practice (2nd Edition)**, p. 201-223, 2012.

KANMANI, P.; ARAVIND, J.; KAMARAJ, M.; SURESHBABU, P.; KARTHIKEYAN, S.. Environmental applications of chitosan and cellulosic biopolymers: A comprehensive outlook. **Bioresource Technology**, v. 242, p. 295-303, 2017.

LIU, J.; WILLFÖR, S.; XU, C. A review of bioactive plant polysaccharides: Biological activities, functionalization, and biomedical applications. **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, v. 5, n. 1, p. 31-61, 2015.

MCCLEMENTS, D. J. Non-covalent interactions between proteins and polysaccharides. **Biotechnology advances**, v. 24, n. 6, p. 621-625, 2006.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. Artmed Editora. 7ª ed. p. 453-455. 2018.

PEREIRA, C. G.; COLLA, J. N.; CARMINATTI, L. P.; ZILLI, M. B.; KOENIG, F.. Estudo de novos polímeros biodegradáveis para a aplicação no segmento de utilidades domésticas. CEP, v. 95088, p. 060, 2005.

PLANK, J. Applications of biopolymers and other biotechnological products in building materials. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2004.

REBELO, R.; FERNANDES, M.; FANGUEIRO, R. Biopolymers in medical implants: a brief review. **Procedia engineering**, v. 200, p. 236-243, 2017.

SCARTASSINI, V. B.; DE MOURA, A. M. M. Relação entre produção de artigos e patentes da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e o financiamento de pesquisa, Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação, v.13, p. 915-935, 2020.

SHI, L. Bioactivities, isolation and purification methods of polysaccharides from natural products: A review. **International journal of biological macromolecules**, v. 92, p. 37-48, 2016.

SIVAKANTHAN, S.; RAJENDRAN, S.; GAMAGE, A.; MADHUJITH, T.; MANI, S.. Antioxidant and antimicrobial applications of biopolymers: A review. **Food Research International**, v. 136, p. 109327, 2020.

VAN DE VELDE, K.; KIEKENS, P. Biopolymers: overview of several properties and consequences on their applications. **Polymer testing**, v. 21, n. 4, p. 433-442, 2002.