

**VALDIVÂNIA ALBUQUERQUE DO NASCIMENTO**

**ORGANIZADORA**

**CONCEITOS E APLICAÇÕES DE  
BIOMATERIAIS**

**EDITORA INOVAR**

# CONCEITOS E APLICAÇÕES DE BIOMATERIAIS



**Valdivânia Albuquerque do Nascimento**

# **CONCEITOS E APLICAÇÕES DE BIOMATERIAIS**

## **Copyright © dos autores**

Todos os direitos garantidos. Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, transmitida ou arquivada desde que levados em conta os direitos dos autores e autoras.

---

**Valdivânia Albuquerque do Nascimento (Organizadora).**

**Conceitos e aplicações de biomateriais.** Campo Grande: Editora Inovar, 2020. 83p.

ISBN: 978-65-80476-47-3.

DOI: <https://doi.org/10.36926/editorainovar-978-65-80476-47-3>

1. Engenharia de materiais 2. Ciência de materiais. 3. Engenharia. 4. Pesquisa. 5. Autores.

I. Título.

CDD – 620

---

**Os conteúdos dos capítulos são de responsabilidades dos autores e autoras.**

## **Conselho Científico da Editora Inovar:**

Franchys Marizethe Nascimento Santana (UFMS/Brasil); Jucimara Silva Rojas (UFMS/Brasil); Katyuscia Oshiro (RHEMA Educação/Brasil); Maria Cristina Neves de Azevedo (UFOP/Brasil); Ordália Alves de Almeida (UFMS/Brasil); Otília Maria Alves da Nóbrega Alberto Dantas (UnB/Brasil).

Editora Inovar  
www.editorainovar.com.br  
79002-401 - Campo Grande – MS  
2020

## SUMÁRIO

<b>Apresentação</b>	<b>7</b>
<b>Capítulo 1</b> <b>BIOMATERIAIS APLICADOS NA REGENERAÇÃO ÓSSEA</b>	<b>8</b>
Yvo Borges da Silva Millena de Cássia Sousa e Silva Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
<b>Capítulo 2</b> <b>BIOCOMPATIBILIDADE DE NITRETO DE TITÂNIO UTILIZADO COMO REVESTIMENTO DE SUPERFÍCIE PARA BIOMATERIAIS METÁLICOS</b>	<b>16</b>
Yvo Borges da Silva Millena de Cássia Sousa e Silva Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
<b>Capítulo 3</b> <b>BIOMATERIAIS APLICADOS A IMPLANTODONTIA</b>	<b>24</b>
Yvo Borges da Silva Millena de Cássia Sousa e Silva Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
<b>Capítulo 4</b> <b>BIOMATERIAIS APLICADOS EM ORTOPEDIA</b>	<b>32</b>
Yvo Borges da Silva Millena de Cássia Sousa e Silva Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
<b>Capítulo 5</b> <b>POTENCIAL USO DE BIOMATERIAIS COPOLÍMEROS BIODEGRADÁVEIS</b>	<b>41</b>
Yvo Borges da Silva Millena de Cássia Sousa e Silva Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
<b>Capítulo 6</b> <b>APLICAÇÃO DE BIOMATERIAIS HÍBRIDOS ORGÂNICO-INORGÂNICOS BIOATIVOS</b>	<b>49</b>
Millena de Cassia Sousa e Silva Yvo Borges da Silva Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
<b>Capítulo 7</b> <b>BIOMATERIAIS APLICADOS EM CIRURGIA CRANIOMAXILOFACIAL</b>	<b>55</b>
Millena de Cassia Sousa e Silva Yvo Borges da Silva Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
<b>Capítulo 8</b> <b>IMPLANTES OSSEOINTEGRADOS E ENXERTOS OSSEO</b>	<b>62</b>
Millena de Cassia Sousa e Silva Yvo Borges da Silva Valdivânia Albuquerque do Nascimento	

<b>Capítulo 9</b> <b>BIOMATERIAIS À BASE DE POLÍMEROS NATURAIS</b> Millena de Cassia Sousa e Silva Yvo Borges da Silva, Valdivânia Albuquerque do Nascimento	<b>68</b>
<b>Capítulo 10</b> <b>BIOIMPRESSÃO 3D APLICADA NA FABRICAÇÃO DE SCAFFOLDS</b> Millena de Cassia Sousa e Silva Yvo Borges da Silva Valdivânia Albuquerque do Nascimento	<b>75</b>
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b>	<b>81</b>

## APRESENTAÇÃO

Os engenheiros de pesquisa e desenvolvimento criam novos materiais ou modificam as propriedades de materiais existentes. A ciência dos materiais tem como objetivo principal a obtenção de conhecimentos básicos sobre a estrutura interna, as propriedades e o processamento de materiais. A engenharia de materiais volta-se principalmente para a utilização de conhecimentos básicos e aplicados acerca dos materiais de tal forma que estes possam ser transformados em produtos necessários ou desejados pela sociedade.

A partir da verificação da importância do estudo e aplicação dos materiais, essa obra engloba estudos científicos e tecnológicos aplicados ao desenvolvimento da Ciência e Engenharia de Materiais.

Valdivânia Albuquerque do Nascimento  
(Organizadora)

## Capítulo 1

### BIOMATERIAIS APLICADOS NA REGENERAÇÃO ÓSSEA

Yvo Borges da Silva<sup>1\*</sup>; Millena de Cássia Sousa e Silva<sup>1</sup>; Valdivânia Albuquerque do Nascimento<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina – PI.

\*yvoborgess@gmail.com

#### RESUMO

A bioengenharia tecidual é um campo multidisciplinar que envolve a aplicação de princípios e métodos da engenharia e das ciências da saúde para assistir e acelerar a regeneração e o reparo de tecidos defeituosos ou danificados. Essa especialidade possui diversas aplicações, como em situações com grande perda de integridade tecidual resultante de traumas, deformidades do desenvolvimento e doença. O objetivo deste estudo foi realizar uma prospecção tecnológica da biomateriais usados na regeneração óssea, analisando a participação dos países nos depósitos de pedidos de patentes em bases nacionais e internacionais até o momento. a busca de patentes utilizou-se as bases EPO, INPI, USPTO e WIPO. Os biomateriais utilizados em regeneração óssea se apresentam em ascensão em relação aos anos de depósitos de patentes. Os Estados Unidos e a WIPO são os maiores depositários de estudos tecnológicos. O maior número de Classificação Internacional de Patentes está atribuído as subclasses A61L. A utilização de biomateriais utilizados na regeneração óssea devido ao incentivo à ciência e à tecnologia vem crescendo e é de extrema importância devido as grandes propriedades e aplicações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biomateriais; Engenharia Tecidual; Regeneração Óssea e Enxerto.

#### INTRODUÇÃO

A bioengenharia tecidual é um campo multidisciplinar que envolve a aplicação de princípios e métodos da engenharia e das ciências da saúde para assistir e acelerar a regeneração e o reparo de tecidos defeituosos ou danificados (TABATA, 2009).

O primeiro biomaterial com uso muito difundido neste período foi a alumina densa ( $\alpha\text{Al}_2\text{O}_3$ ) (HULBERT, 1970), que se apresenta como bioinerte. Este material, devido a sua boa biocompatibilidade e elevada resistência mecânica, vem sendo usado com frequência até hoje em próteses ortopédicas que substituam ossos ou parte deles que são submetidos, na sua atividade funcional, a esforços elevados. Além da alumina densa, outras cerâmicas como a

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Piauí, Engenharia de Materiais. \*yvoborgess@gmail.com

zircônia ( $ZrO_2$ ), o dióxido de titânio ( $TiO_2$ ), os fosfatos de cálcio e as vitrocerâmicas de sílica/fosfato de cálcio, apresentam uso muito difundido atualmente.

Essa especialidade possui diversas aplicações, como em situações com grande perda de integridade tecidual resultante de traumas, deformidades do desenvolvimento e doença (YOUNG, 2007). Um de seus maiores desafios é o desenvolvimento de biomateriais para a recuperação do tecido ósseo e, atualmente, o aumento da expectativa de vida da população faz com que a osteoporose seja considerada um problema de saúde pública, levando a maior risco de fraturas ósseas (NAVARRO, 2008). As modalidades de tratamento convencional utilizadas na reconstrução do tecido ósseo apresentam resultados muitas vezes aquém do esperado. Não obstante, a incapacidade em restaurar a integridade do esqueleto pode levar a co-morbidades associadas, consultas médicas frequentes, diminuição na qualidade de vida e aumento dos custos médicos (CARLO, 2009).

Assim, o principal objetivo da bioengenharia é superar as limitações dos tratamentos convencionais vigentes, baseados na cirurgia reconstrutora ou no transplante de órgãos. Sobretudo, sendo capaz de produzir substitutos para órgãos e tecidos que apresentem tolerância imunológica, o que possibilita sua implantação no paciente sem risco de rejeição pelo organismo (SACHLOS E CZERNUSZKA, 2003).

A bioengenharia tecidual visa criar e aprimorar novas terapias e/ou desenvolver novos biomateriais que restaurem, melhorem ou impeçam o agravamento da função tecidual comprometida. Essa especialidade possui diversas aplicações, como, por exemplo, em situações com grande perda de integridade tecidual resultante de traumas, deformidades do desenvolvimento e doenças. Na perda ou comprometimento do tecido ósseo, vários biomateriais naturais ou sintéticos, como polímeros, cerâmicas e metais ou seus compósitos tem sido investigados e utilizados de diferentes maneiras, como uma alternativa aos enxertos ósseos. A utilização de biomateriais tem ganhado grande destaque devido suas propriedades e biocompatibilidade com os sistemas biológicos. Portanto, o desenvolvimento de um biomaterial cerâmico com a finalidade de sua aplicação na regeneração óssea, é de fundamental importância para grandes avanços na bioengenharia e conseqüentemente, na medicina.

Nesse contexto, é importante o estudo de biomateriais com aplicações na regeneração óssea, que são utilizados em amplas maneiras, como em tratamentos médicos e odontológicos, mostrando a importância e a contribuição que estes agregam à comunidade científica. O objetivo principal desse trabalho foi realizar uma prospecção científica e tecnológica com o intuito de mapear os estudos e as tecnologias envolvendo biomateriais aplicados na regeneração óssea, analisando a participação dos países nos depósitos de pedidos de patentes em bancos de inovação e tecnologia nacionais e internacionais nos últimos anos.

## METODOLOGIA

A prospecção tecnológica foi realizada com base nos pedidos de patentes depositados no European Patent Office (EPO), na World Intellectual Property Organization (WIPO), no United States Patent and Trademark Office (USPTO) e no banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI).

A pesquisa foi realizada em Janeiro de 2020 e foram utilizados como palavras-chave os termos biomateriais, engenharia tecidual, regeneração óssea e enxerto, em português e *biomaterials, tissue engineering, bone regenerations e graft*, em inglês. Os termos em inglês foram utilizados para as bases internacionais, enquanto que os termos em português foram utilizados para a busca de documentos em base nacional, sendo considerados válidos os documentos que apresentassem esses termos no título e/ou resumo.

Para a verificação da evolução anual de depósito de patentes, foi realizado uma busca de patentes depositadas por ano. Também foi realizado a avaliação da distribuição de patentes por país depositário e por Classificação Internacional de Patentes (CIP). Foram analisados todos os pedidos de patente existentes até o presente momento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o objetivo de identificar e classificar o desenvolvimento de estudos científicos e tecnológicos envolvendo o uso de polímeros biodegradáveis, foi realizada uma prospecção científica e tecnológica, que se caracteriza como um modo sistemático de busca por artigos e patentes de produtos e/ou processos.

Primeiramente, foi avaliado o número de pedidos de patentes depositados por base de dados de acordo com os termos utilizados (Tabela 1). Com o cruzamento final das palavras-

chave, foi possível obter os seguintes resultados que demonstram que a base WIPO apresenta o maior número de patentes depositadas até o momento, totalizando 8 documentos encontrados, número que será analisado, seguido pela USPTO com 72 patentes depositadas, as demais bases não possuem patentes registradas. Usando os termos biomateriais, engenharia tecidual e regeneração óssea, encontrou-se 1,846 documentos na base WIPO, 1,016 na base americana USPTO e 2 patentes depositadas na base EPO e 1 na INPI.

Tabela 1 – Número de patentes depositadas por base de dados envolvendo os termos utilizados.

PALAVRAS-CHAVE	EPO	WIPO	USPTO	INPI
<b>BIOMATERIALS</b>	3,485	75,399	31,734	99
<b>BIOMATERIALS AND TISSUE ENGINEERING</b>	168	15,950	7,837	2
<b>BIOMATERIALS AND TISSUE ENGINEERING AND BONE REGENERATION</b>	2	1,846	1,016	1
<b>BIOMATERIALS AND TISSUE ENGINEERING AND BONE REGENERATION AND GRAFT</b>	0	8	7	0

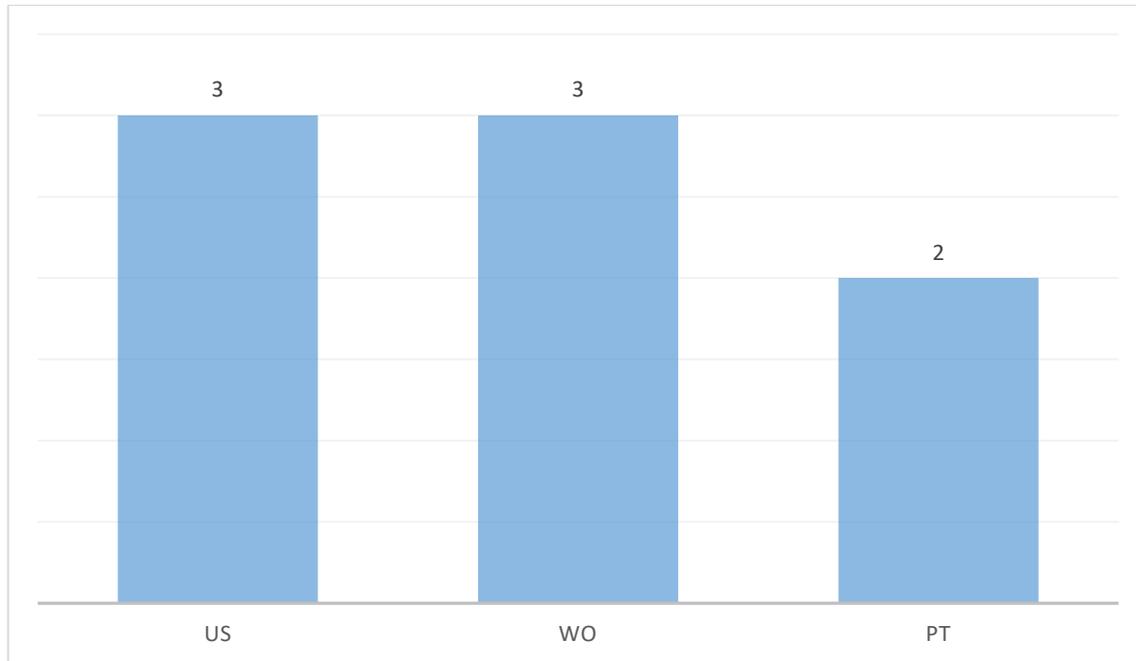
Fonte: Autoria própria (2020).

Considerando o resultado encontrado na base WIPO com o cruzamento final de palavras, quando são usados os termos biomateriais, engenharia tecidual, regeneração óssea e enxerto, a pesquisa foi norteada no sentido de explorar melhor as informações que essa base pudesse fornecer em relação à distribuição de patentes por país, ano de depósito e por Classificação Internacional de Patentes (CIP). Quando conveniente, as informações encontradas na base internacional foram comparadas com as informações encontradas no banco nacional de patentes (INPI).

De acordo com a Figura 1, os Estados Unidos e a Organização Mundial de Propriedade Intelectual são os principais depositários, com 3 patentes para cada, o que representa 37,5% para os Estados Unidos e 37,5% para a Organização Mundial de Propriedade Intelectual, do total de documentos encontrados. Entretanto, apesar de inúmeras pesquisas na área de biomateriais

aplicados na regeneração óssea, o Brasil não possui nenhuma patente depositada até o momento na base WIPO. Quanto a base INPI, a participação do Brasil também é nula, visto que não há nenhuma patente depositada.

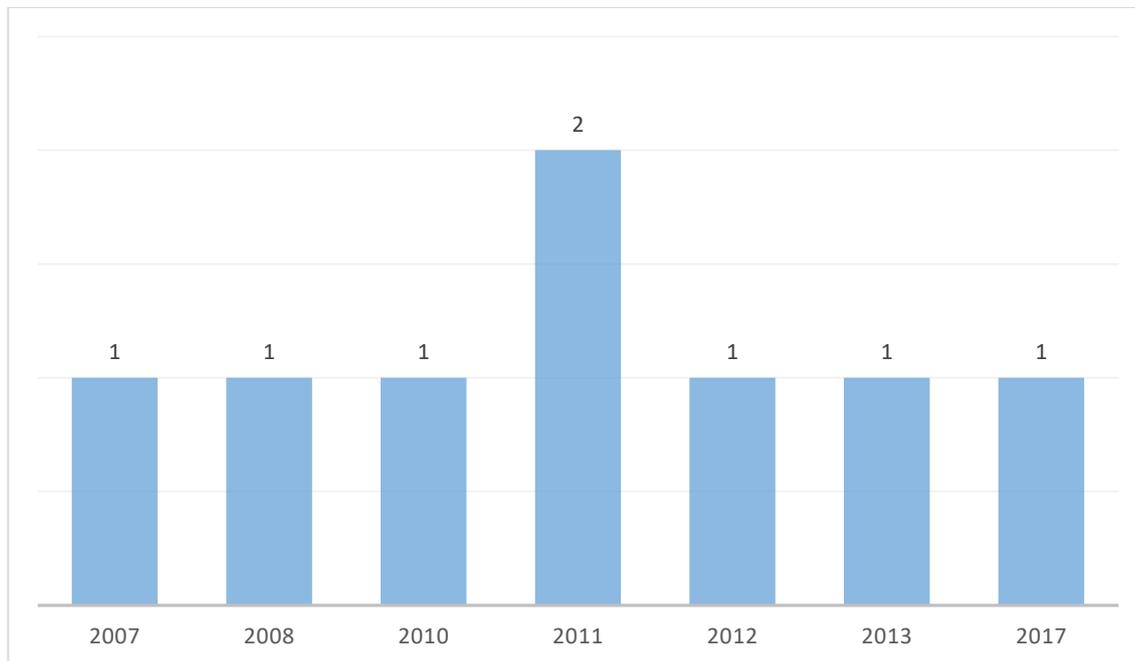
Figura 1 – Distribuição de patentes depositadas na base WIPO por país.



Fonte: Autoria própria (2020).

Utilizando os 8 documentos encontrados na base WIPO com as palavras-chave biomateriais, engenharia tecidual, regeneração óssea e enxerto, verificou-se que o depósito de patentes envolvendo essa classe iniciou-se em 2007 (Figura 2), com a patente depositada com o título “*Composition and method for the corrections and regenerations of cartilage and other tissues*”. A partir de então, o número de patentes depositadas mostrou-se em constante evolução, sendo que o ano de 2011 apresentou o maior número de documentos encontrados, com 2 patentes depositadas, o que representa 25,00% do total de patentes encontradas. Apesar do número de patentes não ter um crescimento constante, esses resultados sugerem que os produtos com biomateriais com aplicações na área de regeneração óssea vêm sendo cada vez mais utilizados como fontes de novos produtos tecnológicos pelas indústrias.

Figura 2 – Evolução anual de depósitos de patente envolvendo polímeros biodegradáveis com aplicações farmacêuticas na base WIPO.



Fonte: Autoria própria (2020).

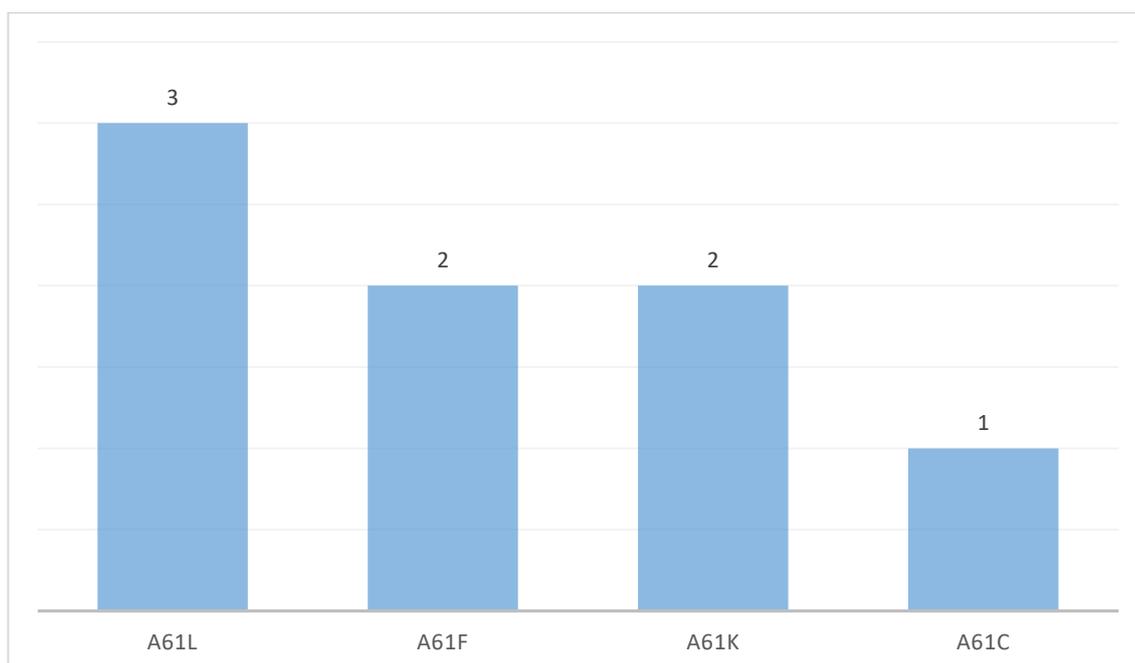
No que concerne à prospecção tecnológica, um dos parâmetros importantes a ser avaliado é a Classificação Internacional de Patentes (CIP), na qual as patentes são classificadas de acordo com a aplicação, sendo esta dividida em 8 seções, 21 subseções, 120 classes, 628 subclasses e 69.000 grupos.

Nesse contexto, as patentes encontradas também foram analisadas de acordo a CIP (Figura 3). A seção A (necessidades humanas) foi considerada a seção na qual há o maior número de patentes depositadas, seguida pelas seções B (operações de processamento, transporte) e C (química e metalurgia).

Dentre os depósitos de patentes encontrados, 22 estão alocados na subclasse A61K, que trata de preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas. 3 estão alocadas na subclasse A61L (métodos ou aparelhos para esterilizar materiais ou objetos em geral; desinfecção, esterilização ou desodorização do ar; aspectos químicos de ataduras, curativos, almofadas absorventes ou artigos cirúrgicos; materiais para ataduras, curativos, almofadas absorventes ou artigos cirúrgicos) e 2 alocadas na A61F (filtros implantáveis nos vasos sanguíneos; próteses; dispositivos que promovem desobstrução ou previnem colapso de

estruturas tubulares do corpo, dispositivos ortopédicos, de enfermagem ou anticoncepcionais; fomentação; tratamento ou proteção dos olhos ou ouvidos; ataduras, curativos ou almofadas absorventes; estojos para primeiros socorros; *prótese dentária*). Esse resultado corrobora o que foi observado na base WIPO, colocando em destaque a utilização de biomateriais pela indústria médica ortopédica no âmbito nacional e internacional para o desenvolvimento de novos produtos para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas. A outra patente está na subclasse A61C.

Figura 3 – Distribuição por CIP dos documentos encontrados na base WIPO.



Fonte: Autoria própria (2020).

## CONCLUSÃO

Através destes estudos de prospecção tecnológica, foi possível constatar que o depósito de patentes envolvendo a utilização de biomateriais na regeneração óssea é recente, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 2007, atingindo o número máximo de patentes em 2011. Os Estados Unidos e a Organização Mundial de Propriedade Intelectual são considerados os principais países depositários, com 3 patentes na base WIPO, cada um. Contudo, o Brasil não possui patentes depositadas nesta mesma base. Dentre as principais subclasses nas quais os documentos encontram-se alocados está A61L, que é destinada principalmente de preparações para finalidade médicas, odontológicas ou higiênicas, aplicados

essencialmente nas áreas da saúde. Sendo assim, sugere-se que a aplicação de biomateriais na regeneração óssea é de extrema relevância.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TABATA, Y. **Biomaterial technology for tissue engineering applications**. J. R. Soc.Interface, v.6, p.S311-324, 2009.

DREESMAN, H.; *Beitr. Klin. Chir.* 1894, 9, 804.

HULBERT, S. F.; Cooke, F. W.; *Biomed. Mater. Symp.* 1970, 4, 1.

YOUNG, S. et al. **Oral and maxillofacial surgery**. In: LANZA, R.; LANGER, R.; VACANTI, J. **Principles of Tissue Engineering**. 3.ed. Elsevier, 2007. cap.71, p.1079- 1094

NAVARRO, M. et al. A. **Biomaterials in orthopaedics**. J. R. Soc. Interface, v.5, p.1137-1158, 2008.

CARLO, E.C. et al. **Comparison of In Vivo Properties of HydroxyapatitePolyhydroxybutyrate Composites Assessed for Bone Substitution**. J. Craniofac. Surg., v.20, p.853-859, 2009.

SACHLOS, E.; CZERNUSZKA, J.T. **Making tissue engineering scaffolds work. Review on the application of solid freeform fabrication technology to the production of tissue engineering scaffolds**. Eur. Cell Mater., v.5, p.29-40, 2003.

## Capítulo 2

### BIOCOMPATIBILIDADE DE NITRETO DE TITÂNIO UTILIZADO COMO REVESTIMENTO DE SUPERFÍCIE PARA BIOMATERIAIS METÁLICOS

Yvo Borges da Silva<sup>1\*</sup>; Millena de Cássia Sousa e Silva<sup>1</sup>; Valdivânia Albuquerque do Nascimento<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina – PI.

\*yvoborgess@gmail.com

#### RESUMO

Revestimentos protetores baseados em filmes finos de nitretos têm sido extensivamente empregados em diversas aplicações tribológicas, aumentando o desempenho de ferramentas de corte e conformação frente à corrosão, desgaste e abrasão. Revestimentos protetores baseados em filmes finos de nitretos têm sido extensivamente empregados em diversas aplicações tribológicas, aumentando o desempenho de ferramentas de corte e conformação frente à corrosão, desgaste e abrasão. O objetivo deste estudo foi realizar uma prospecção tecnológica da biocompatibilidade do nitreto de titânio usado como revestimento de superfície para biomateriais metálicos, analisando a participação dos países nos depósitos de pedidos de patentes em bases nacionais e internacionais até o momento. A busca de patentes utilizou-se as bases EPO, INPI, USPTO e WIPO. Biocompatibilidade do nitreto de titânio usado como revestimento de superfície para biomateriais metálicos se apresentam em ascensão em relação aos anos de depósitos de patentes. Os Estados Unidos e a WIPO são os maiores depositários de estudos tecnológicos. O maior número de Classificação Internacional de Patentes está atribuído as subclasses A61F. A biocompatibilidade do nitreto de titânio usado como revestimento de superfície para biomateriais metálicos devido ao incentivo à ciência e à tecnologia vem crescendo e é de extrema importância devido as grandes propriedades e aplicações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biomateriais; Nitreto de Titânio; Revestimento; Biocompatibilidade e Ortopedia.

#### INTRODUÇÃO

Biomateriais são materiais naturais ou sintéticos usados para substituir ou reparar tecidos vivos danificados. Os materiais usados em contato com o sangue ou outros tecidos, devem ser criteriosamente escolhidos e testados. Devem ser suficientemente resistentes aos impactos, para evitar rupturas ou fraturas durante o uso; não devem reagir quimicamente com os componentes do sangue, nem liberar resíduos químicos na corrente sanguínea; também não

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Piauí, Engenharia de Materiais. \*yvoborgess@gmail.com

devem apresentar variações importantes de resistência ou de consistência quando expostos ao calor ou frio. Além disso, devem ter coeficiente de absorção de água muito baixo ou nulo e ser impermeáveis à água, aos gases, exceto em alguns casos (HARD, 2000).

Revestimentos protetores baseados em filmes finos de nitretos têm sido extensivamente empregados em diversas aplicações tribológicas, aumentando o desempenho de ferramentas de corte e conformação frente à corrosão, desgaste e abrasão (NARAYAN; SCHOLVIN, 2005; BUNSHAH, 1994).

Revestimentos protetores baseados em filmes finos de nitretos têm sido extensivamente empregados em diversas aplicações tribológicas, aumentando o desempenho de ferramentas de corte e conformação frente à corrosão, desgaste e abrasão. Os revestimentos cerâmicos, como nitretos, carbeto e oxinitretos são frequentemente utilizados devido a sua excelente aderência ao substrato. Dentre os materiais aplicados como revestimento protetores, destaca-se o nitreto de titânio (TiN) e nitreto de zircônio (ZrN), por possuírem elevada dureza, alta resistência frente à corrosão, à abrasão e ao desgaste (SOUZA, 2006).

Além disso, apresentam excelente biocompatibilidade, quando aplicados como revestimentos sobre biomateriais (MORAIS, 2007). A fabricação de biomateriais visa uma combinação de propriedades físicas e químicas, semelhantes a do tecido a ser substituído, sendo este biomaterial biocompatível e atóxico ao meio.

Porém, os biomateriais ficam em contato direto com os tecidos do corpo humano. Esses tecidos contêm água, oxigênio dissolvido, proteínas, e vários íons como cloretos e hidróxidos, que juntos representam um ambiente agressivo para os metais e ligas usados em implantes. Este ambiente é hostil para a deteriorização superficial do material, comprometendo o desempenho da prótese além da liberação de íons nocivos ao meio (HUANG, 2002).

Nesse contexto, é importante o estudo de biocompatibilidade do nitreto de titânio utilizado para o revestimento de superfície de biomateriais metálicos, que são utilizados em amplas maneiras, mostrando a importância e a contribuição que estes agregam à comunidade científica. O objetivo principal desse trabalho foi realizar uma prospecção científica e tecnológica com o intuito de mapear os estudos e as tecnologias envolvendo a biocompatibilidade do nitreto de titânio usado como revestimento de superfície para

biomateriais metálicos, analisando a participação dos países nos depósitos de pedidos de patentes em bancos de inovação e tecnologia nacionais e internacionais nos últimos anos.

## METODOLOGIA

A prospecção tecnológica foi realizada com base nos pedidos de patentes depositados no European Patent Office (EPO), na World Intellectual Property Organization (WIPO), no United States Patent and Trademark Office (USPTO) e no banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI).

A pesquisa foi realizada em Janeiro de 2020 e foram utilizados como palavras-chave os termos biomateriais, nitreto de titânio, revestimento, biocompatibilidade e ortopedia, em português e *biomaterials, titanium nitride, coating, biocompatibility e orthopedics*, em inglês. Os termos em inglês foram utilizados para as bases internacionais, enquanto que os termos em português foram utilizados para a busca de documentos em base nacional, sendo considerados válidos os documentos que apresentassem esses termos no título e/ou resumo.

Para a verificação da evolução anual de depósito de patentes, foi realizado uma busca de patentes depositadas por ano. Também foi realizado a avaliação da distribuição de patentes por país depositário e por Classificação Internacional de Patentes (CIP). Foram analisados todos os pedidos de patente existentes até o presente momento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o objetivo de identificar e classificar o desenvolvimento de estudos científicos e tecnológicos envolvendo o uso de polímeros biodegradáveis, foi realizada uma prospecção científica e tecnológica, que se caracteriza como um modo sistemático de busca por artigos e patentes de produtos e/ou processos.

Primeiramente, foi avaliado o número de pedidos de patentes depositados por base de dados de acordo com os termos utilizados (Tabela 1). Com o cruzamento final das palavras-chave, foi possível obter os seguintes resultados que demonstram que a base WIPO apresenta o maior número de patentes depositadas até o momento, totalizando 37 documentos encontrados, número que será analisado, seguido pela USPTO com 1 patentes depositadas, as demais bases não possuem patentes registradas. Usando os termos biomateriais, nitreto de

titânio, revestimento e biocompatibilidade, encontrou-se 156 documentos na base WIPO, 131 na base americana USPTO e zero patentes depositadas nas demais bases analisadas.

Tabela 1 – Número de patentes depositadas por base de dados envolvendo os termos utilizados.

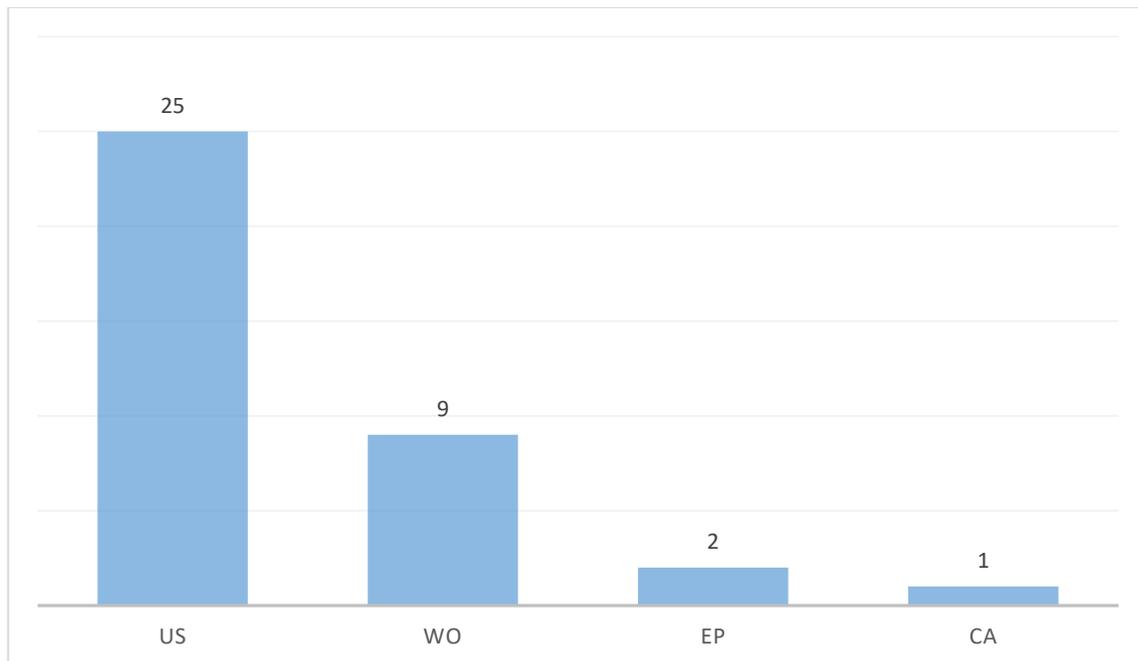
PALAVRAS-CHAVES	EPO	WIPO	USPTO	INPI
<b>BIOMATERIALS</b>	3,485	75,399	31,734	99
<b>BIOMATERIALS AND TITANIUM NITRIDE</b>	3	424	369	0
<b>BIOMATERIALS AND TITANIUM NITRIDE AND COATING</b>	0	382	334	0
<b>BIOMATERIALS AND TITANIUM NITRIDE AND COATING AND BIOCOMPATIBILITY</b>	0	156	131	0
<b>BIOMATERIALS AND TITANIUM NITRIDE AND COATING AND BIOCOMPATIBILITY AND ORTHOPEDICS</b>	0	37	1	0

Fonte: Autoria própria (2020).

Considerando o resultado encontrado na base WIPO com o cruzamento final de palavras, quando são usados os termos biomateriais, nitrato de titânio, revestimento, biocompatibilidade e ortopedia, a pesquisa foi norteada no sentido de explorar melhor as informações que essa base pudesse fornecer em relação à distribuição de patentes por país, ano de depósito e por Classificação Internacional de Patentes (CIP). Quando conveniente, as informações encontradas na base internacional foram comparadas com as informações encontradas no banco nacional de patentes (INPI).

De acordo com a Figura 1, os Estados Unidos e a Organização Mundial de Propriedade Intelectual são os principais depositários, com 25 e 9 patentes respectivamente para cada, o que representa 65,57% para os Estados Unidos e 24,32% para a Organização Mundial de Propriedade Intelectual, do total de documentos encontrados. Entretanto, apesar de inúmeras pesquisas na área de biomateriais aplicados na implantodontia, o Brasil não possui nenhuma patente depositada até o momento na base WIPO. Quanto a base INPI, a participação do Brasil também é nula, visto que não há nenhuma patente depositada.

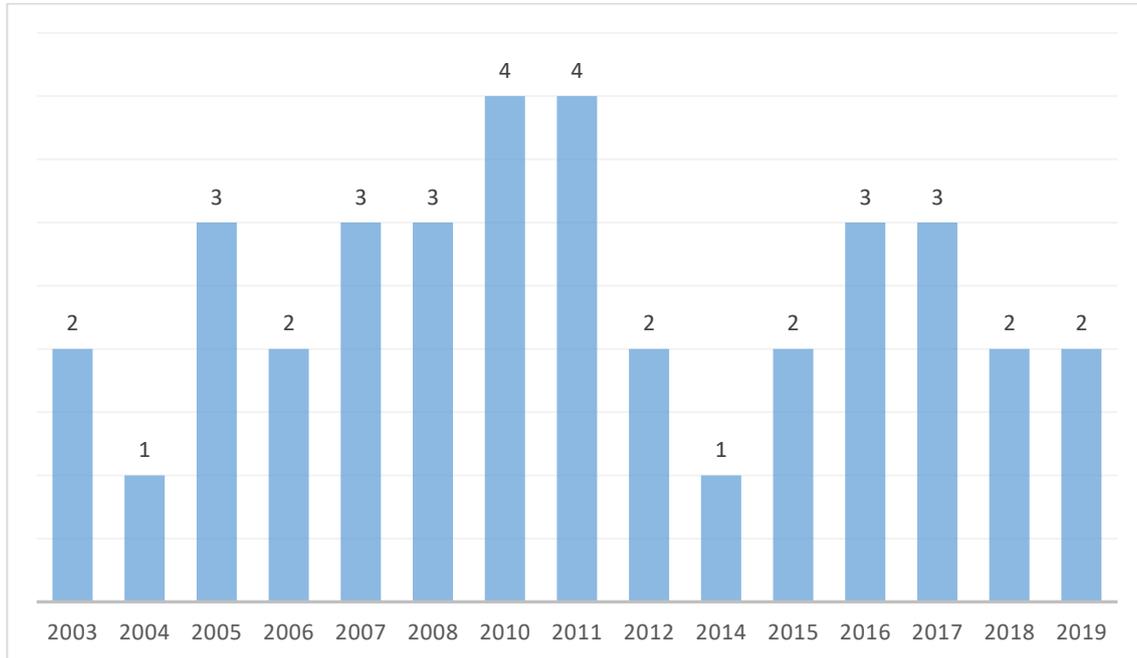
Figura 1 – Distribuição de patentes depositadas na base WIPO por país.



Fonte: Autoria própria (2020).

Utilizando os 37 documentos encontrados na base WIPO com as palavras-chaves biomateriais, nitreto de titânio, revestimento, biocompatibilidade e ortopedia, verificou-se que o depósito de patentes envolvendo essa classe iniciou-se em 2003 (Figura 2), com a patente depositada com o título “*Architecture tool and methods of use*”. A partir de então, o número de patentes depositadas mostrou-se em constante evolução, sendo que os anos de 2010 e 2011 apresentaram o maior número de documentos encontrados, com 4 patentes depositadas cada, o que representa 10,81% do total de patentes encontradas. Apesar do número de patentes não ter um crescimento constante, esses resultados sugerem que os produtos com biomateriais metálicos com aplicações na área de revestimento vêm sendo cada vez mais utilizados como fontes de novos produtos tecnológicos pelas indústrias.

Figura 2 – Evolução anual de depósitos de patente envolvendo polímeros biodegradáveis com aplicações farmacêuticas na base WIPO.



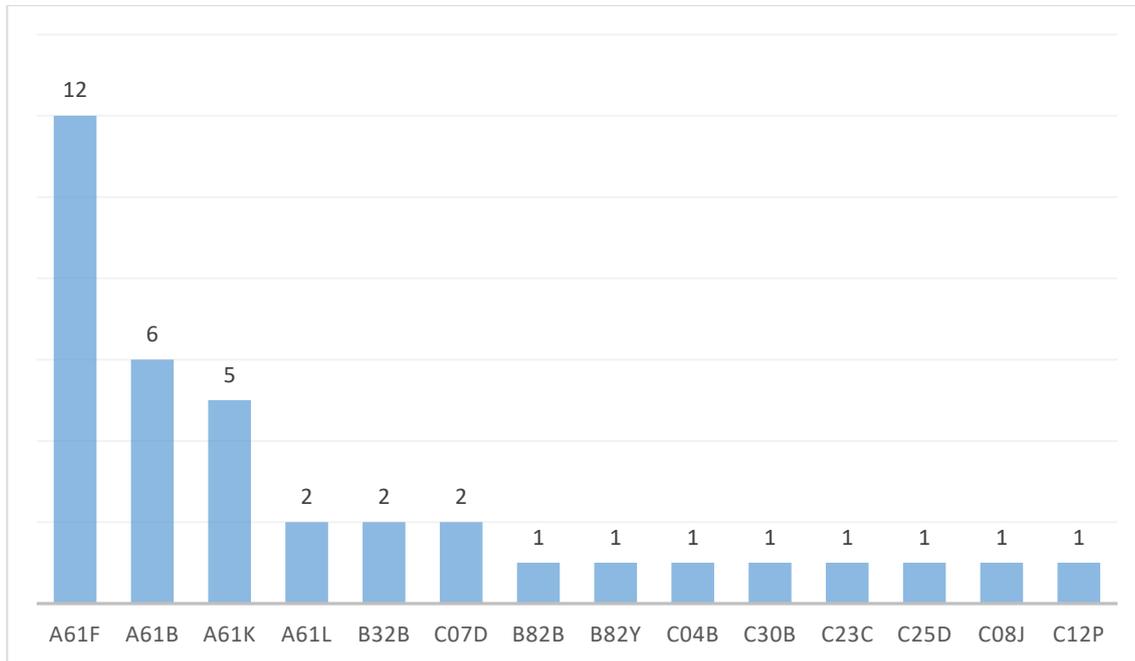
Fonte: Autoria própria (2020).

No que concerne à prospecção tecnológica, um dos parâmetros importantes a ser avaliado é a Classificação Internacional de Patentes (CIP), na qual as patentes são classificadas de acordo com a aplicação, sendo esta dividida em 8 seções, 21 subseções, 120 classes, 628 subclasses e 69.000 grupos.

Nesse contexto, as patentes encontradas também foram analisadas de acordo a CIP (Figura 3). A seção A (necessidades humanas) foi considerada a seção na qual há o maior número de patentes depositadas, seguida pelas seções B (operações de processamento, transporte) e C (química e metalurgia).

Dentre os depósitos de patentes encontrados, 12 estão alocados na subclasse A61F, que trata de preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas (filtros implantáveis nos vasos sanguíneos; próteses; dispositivos que promovem desobstrução ou previnem colapso de estruturas tubulares do corpo, dispositivos ortopédicos, de enfermagem ou anticoncepcionais; fomentação; tratamento ou proteção dos olhos ou ouvidos; ataduras, curativos ou almofadas absorventes; estojos para primeiros socorros; prótese dentária).

Figura 3 – Distribuição por CIP dos documentos encontrados na base WIPO.



Fonte: Autoria própria (2020).

## CONCLUSÃO

Através destes estudos de prospecção tecnológica, foi possível constatar que o depósito de patentes envolvendo a utilização de nitreto de titânio para revestimento de superfície é recente, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 2003, atingindo o número máximo de patentes em 2010 e 2011. Os Estados Unidos e a Organização Mundial de Propriedade Intelectual são considerados os principais países depositários, com 25 e 9 patentes na base WIPO, cada um respectivamente. Contudo, o Brasil não possui patentes depositadas nesta mesma base. Dentre as principais subclasses nas quais os documentos encontram-se alocados está A61, que é destinada principalmente de preparações para finalidade médicas, odontológicas ou higiênicas, aplicados essencialmente nas áreas da saúde. Sendo assim, sugere-se que a aplicação dos nitreto de titânio para revestimento de superfície de biomateriais metálicos é de extrema relevância.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUNSHAH, R.F. **Handbook of deposition technologies for films and coatings**. New Jersey: Noyes Publications, 1994.

CORDAS C. M., **Medicina Interna**, Vol.1, 13ªed., McGraw-Hill, Rio de Janeiro, 1994.

- FARIAS AZEVEDO, C. R.; HIPPERT, E. JR.; **Análise de falhas de implantes cirúrgicos no Brasil: a necessidade de uma regulamentação adequada**, Rio de Janeiro, p. 1347-1358, 2002.
- GALIO, A. **Apresentação de estudo sobre nitinol**. PPGEM. UFRGS, 2008.
- HARD J. **Superhard nanocomposite coating**. *Surface and Coatings Technology*, v. 125, 2000.
- HUANG H.H.; **Effect of chemical composition in the corrosion behavior of Ni-CrMo dental castings alloys**. *Journal biomedical materials Research*, V.60 p. 458-465, 2002.
- MORAIS, L. S. et al; **Liberação de íons por biomateriais metálicos**, Maringá, V. 12, p. 48-53, 2007.
- MYERS, **Materials and coatings for medical devices: cardiovascular**, 2000.
- NARAYAN, R. J.; SCHOLVIN D. **Nanostructures carbon-metal composite films**. *Journal of MUSIL Vacuum and Science Technology B*, v. 23, 2005.
- PFEIFER, R. et al; **Pulsed ND: YAG laser cutting of NiTi shape memory alloys – Influence of process parameters**, *Journal of Materials Processing Technology*. P. 1918- 1925, 2010.
- SOUZA, et al; **In vitro and in vivo biocompatibility of contemporary resin- modified glass – ionomer cements**. *Dent Mater*, V.22, p. 838-844, 2006.

## Capítulo 3

### BIOMATERIAIS APLICADOS A IMPLANTODONTIA

Yvo Borges da Silva<sup>1\*</sup>; Millena de Cássia Sousa e Silva<sup>1</sup>; Valdivânia Albuquerque do Nascimento<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina – PI.

\*yvoborgess@gmail.com

#### RESUMO

Os biomateriais vêm ganhando espaço na pesquisa nacional e internacional. Atualmente, quando há necessidade de reposição óssea, diferentes biomateriais podem ser utilizados pelo cirurgião e o objetivo desses biomateriais é o de funcionarem como auxiliares nos tratamentos de regeneração tecidual. O objetivo deste estudo foi realizar uma prospecção tecnológica de biomateriais aplicados a implantodontia, analisando a participação dos países nos depósitos de pedidos de patentes em bases nacionais e internacionais até o momento. A busca de patentes utilizou-se as bases EPO, INPI, USPTO e WIPO. Biomateriais aplicados a implantodontia se apresentam em ascensão em relação aos anos de depósitos de patentes. Os Estados Unidos e a WIPO são os maiores depositários de estudos tecnológicos. O maior número de Classificação Internacional de Patentes está atribuído as subclasses A61F e A61L. O uso de biomateriais na implantodontia devido ao incentivo à ciência e à tecnologia vem crescendo e é de extrema importância devido as grandes propriedades e aplicações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biomateriais; Engenharia Tecidual; Regeneração Óssea; Implantodontia; Osteogênese.

#### INTRODUÇÃO

O osso é um tecido conjuntivo especializado, vascularizado e dinâmico que se modifica ao longo da vida do organismo. Quando lesado, possui uma capacidade única de regeneração e reparação sem a presença de cicatrizes, mas em algumas situações, devido ao tamanho do defeito, o tecido ósseo não se regenera por completo (FARDIN et al., 2010).

Há algum tempo a Odontologia dispunha de poucas alternativas para se alterar um rebordo deficiente. Atualmente, cirurgias plásticas periodontais e periimplantares podem ser

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Piauí, Engenharia de Materiais. \*yvoborgess@gmail.com

utilizadas para melhorar a estética. Procedimentos de aumento do rebordo podem ser aplicados para se obter largura e altura do mesmo e obter um resultado estético e resistência local adequada (REIS et al., 2009)

Biomaterial é qualquer substância ou combinações de substâncias, sintética ou natural, que possa ser usada por um período de tempo, completa ou parcialmente como parte de um sistema que trate, aumente ou substitua qualquer tecido, órgão ou função do corpo (AZEVEDO et al., 2007). Os melhores materiais para aumentos ósseos não devem ser apenas substitutos ósseos, mas também materiais de regeneração óssea, que envolvem uma completa reabsorção com a formação do novo osso (ANTOUN; BOUK; AMEUR, 2008).

Atualmente, quando há necessidade de reposição óssea, diferentes biomateriais podem ser utilizados pelo cirurgião: o osso autógeno, o osso alogênico, enxertos heterogênicos ou xenoenxertos (MILORO, 2008). Outros tipos de substitutos ósseos têm sido estudados, dentre eles destacam-se materiais sintéticos, ou aloplásticos, pela grande disponibilidade e por dispensarem o procedimento cirúrgico de um sítio doador (FARDIN et al., 2010).

O objetivo desses biomateriais é o de funcionarem como auxiliares nos tratamentos de regeneração tecidual. Apresentam soluções clínicas altamente satisfatórias, com elevado índice de sucesso e mínimo desconforto para o paciente, sendo capazes de regenerar o tecido perdido e, assim, devolver a forma e funções adequadas (REIS et al., 2009).

O biomaterial deve ser, por exemplo, biocompatível ou biotolerado, osteoindutor, osteocondutor, osteogênico, além de permanecer no organismo por um tempo compatível para sua substituição por um novo tecido ósseo; deve ser de fácil manipulação, esterilizável, facilmente obtido, hidrofílico, econômico, não devendo atuar como substrato para a proliferação de patógenos, não ser cancerígeno ou teratogênico e antigênico. Contudo, nenhum biomaterial atualmente conhecido, possui todas as características requisitadas (FARDIN et al., 2010).

Nesse contexto, é importante o estudo de biomateriais com aplicações na implantodontia, que são utilizados em amplas maneiras, como em medicamentos, em tratamentos médicos e odontológicos, mostrando a importância e a contribuição que estes agregam à comunidade científica. O objetivo principal desse trabalho foi realizar uma

prospecção científica e tecnológica com o intuito de mapear os estudos e as tecnologias envolvendo a utilização de biomateriais aplicados na implantodontia, analisando a participação dos países nos depósitos de pedidos de patentes em bancos de inovação e tecnologia nacionais e internacionais nos últimos anos.

## METODOLOGIA

A prospecção tecnológica foi realizada com base nos pedidos de patentes depositados no European Patent Office (EPO), na World Intellectual Property Organization (WIPO), no United States Patent and Trademark Office (USPTO) e no banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI).

A pesquisa foi realizada em Janeiro de 2020 e foram utilizados como palavras-chave os termos biomateriais, engenharia tecidual, regeneração óssea, implantodontia e osteogênese, em português e *biomaterials, tissue engineering, bone regeneration, implant dentistry e osteogenesis*, em inglês. Os termos em inglês foram utilizados para as bases internacionais, enquanto que os termos em português foram utilizados para a busca de documentos em base nacional, sendo considerados válidos os documentos que apresentassem esses termos no título e/ou resumo.

Para a verificação da evolução anual de depósito de patentes, foi realizado uma busca de patentes depositadas por ano. Também foi realizado a avaliação da distribuição de patentes por país depositário e por Classificação Internacional de Patentes (CIP). Foram analisados todos os pedidos de patente existentes até o presente momento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o objetivo de identificar e classificar o desenvolvimento de estudos científicos e tecnológicos envolvendo o uso de polímeros biodegradáveis, foi realizada uma prospecção científica e tecnológica, que se caracteriza como um modo sistemático de busca por artigos e patentes de produtos e/ou processos.

Primeiramente, foi avaliado o número de pedidos de patentes depositados por base de dados de acordo com os termos utilizados (Tabela 1). Com o cruzamento final das palavras-chave, foi possível obter os seguintes resultados que demonstram que a base USPTO apresenta

o maior número de patentes depositadas até o momento, totalizando 25 documentos encontrados, seguido pela WIPO com 12 patentes depositadas, número que será analisado, as demais bases não possuem patentes registradas. Usando os termos biomateriais, engenharia tecidual, regeneração óssea e implantodontia, encontrou-se 21 documentos na base WIPO, 46 na base americana USPTO e zero patentes depositadas nas demais bases analisadas.

Tabela 1 – Número de patentes depositadas por base de dados envolvendo os termos utilizados.

PALAVRAS-CHAVE	EPO	WIPO	USPTO	INPI
<b>BIOMATERIALS</b>	3,485	75,399	31,734	99
<b>BIOMATERIALS AND TISSUE ENGINEERING</b>	168	15,950	7,837	2
<b>BIOMATERIALS AND TISSUE ENGINEERING AND BONE REGENERATION AND BONE REGENERATION</b>	2	1,846	1,016	1
<b>BIOMATERIALS AND TISSUE ENGINEERING AND BONE REGENERATION AND IMPLANT DENTISTRY</b>	0	21	46	0
<b>BIOMATERIALS AND TISSUE ENGINEERING AND BONE REGENERATION AND IMPLANT DENTISTRY AND OSTEOGENESIS</b>	0	12	25	0

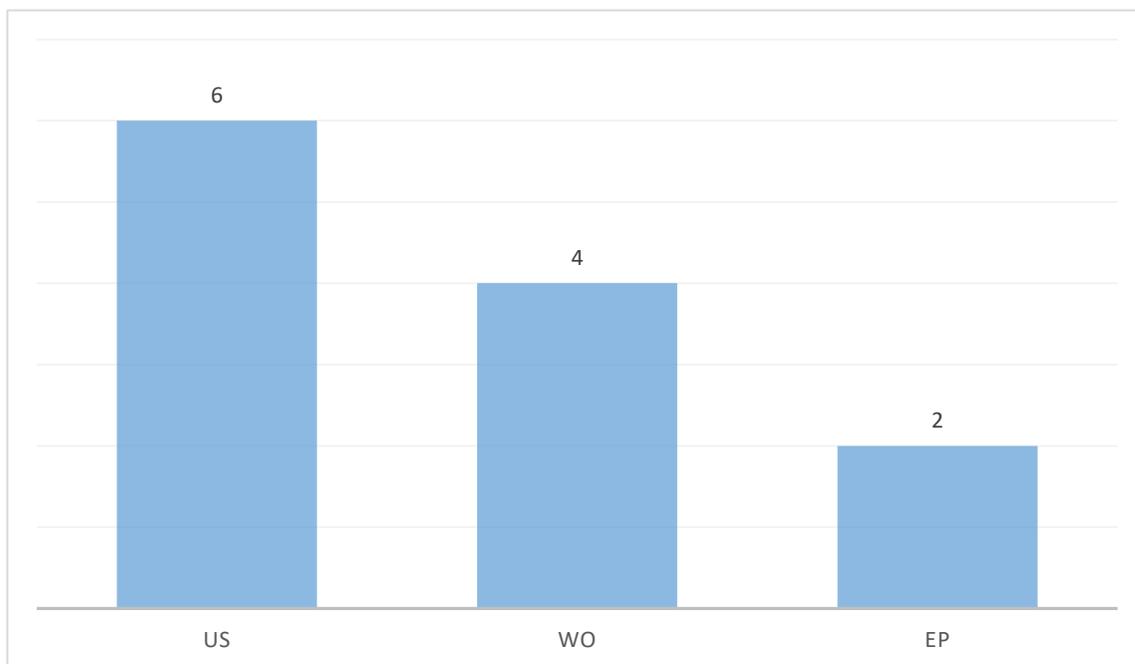
Fonte: Autoria própria (2020).

Considerando o resultado encontrado na base WIPO com o cruzamento final de palavras, quando são usados os termos biomateriais, engenharia tecidual, regeneração óssea, implantodontia e osteogênese, a pesquisa foi norteada no sentido de explorar melhor as informações que essa base pudesse fornecer em relação à distribuição de patentes por país, ano de depósito e por Classificação Internacional de Patentes (CIP). Quando conveniente, as

informações encontradas na base internacional foram comparadas com as informações encontradas no banco nacional de patentes (INPI).

De acordo com a Figura 1, os Estados Unidos e a Organização Mundial de Propriedade Intelectual são os principais depositários, com 6 e 4 patentes respectivamente para cada, o que representa 50% para os Estados Unidos e 33,33% para a Organização Mundial de Propriedade Intelectual, do total de documentos encontrados. Entretanto, apesar de inúmeras pesquisas na área de biomateriais aplicados na implantodontia, o Brasil não possui nenhuma patente depositada até o momento na base WIPO. Quanto a base INPI, a participação do Brasil também é nula, visto que não há nenhuma patente depositada.

Figura 1 – Distribuição de patentes depositadas na base WIPO por país.

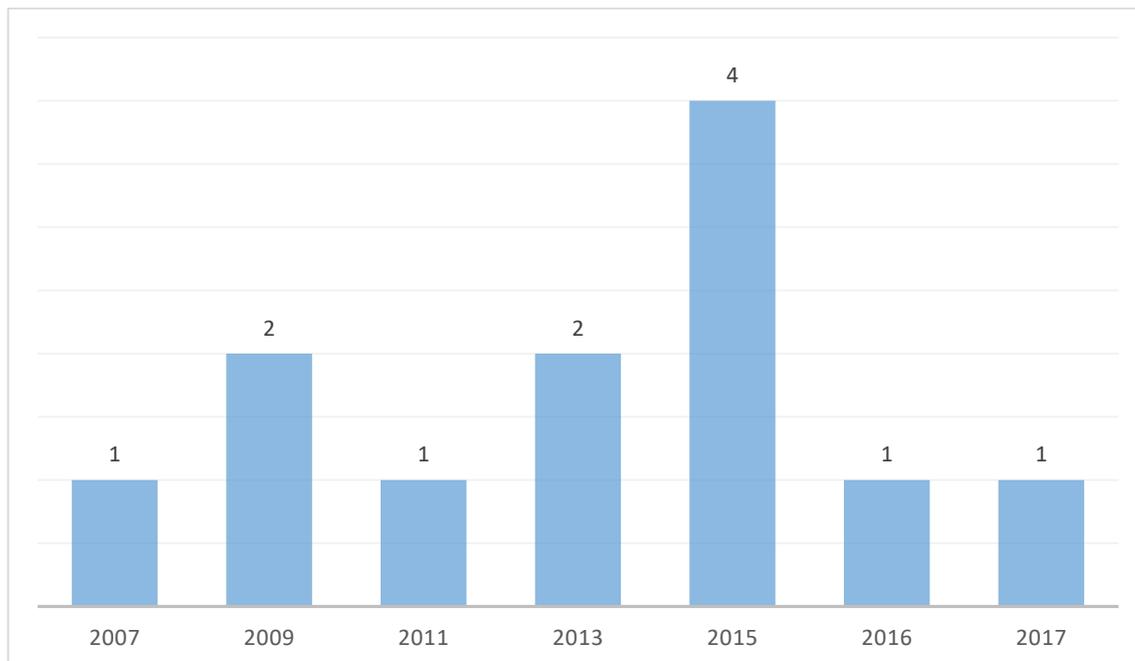


Fonte: Autoria própria (2020).

Utilizando os 12 documentos encontrados na base WIPO com as palavras-chave biomateriais, engenharia tecidual, regeneração óssea, implantodontia e osteogênese, verificou-se que o depósito de patentes envolvendo essa classe iniciou-se em 2007 (Figura 2), com 1 patente depositada com o título “*Resorbable ceramics with controlled strength loss rates*”. A partir de então, o número de patentes depositadas mostrou-se em constante evolução, sendo que o ano de 2015 apresentou o maior número de documentos encontrados, com 4 patentes depositadas, o que representa 33,33% do total de patentes encontradas. Apesar do número de

patentes não ter um crescimento constante, esses resultados sugerem que os produtos com biomateriais com aplicações na área de implantodontia vêm sendo cada vez mais utilizados como fontes de novos produtos tecnológicos pelas indústrias.

Figura 2 – Evolução anual de depósitos de patente envolvendo polímeros biodegradáveis com aplicações farmacêuticas na base WIPO.



Fonte: Autoria própria (2020).

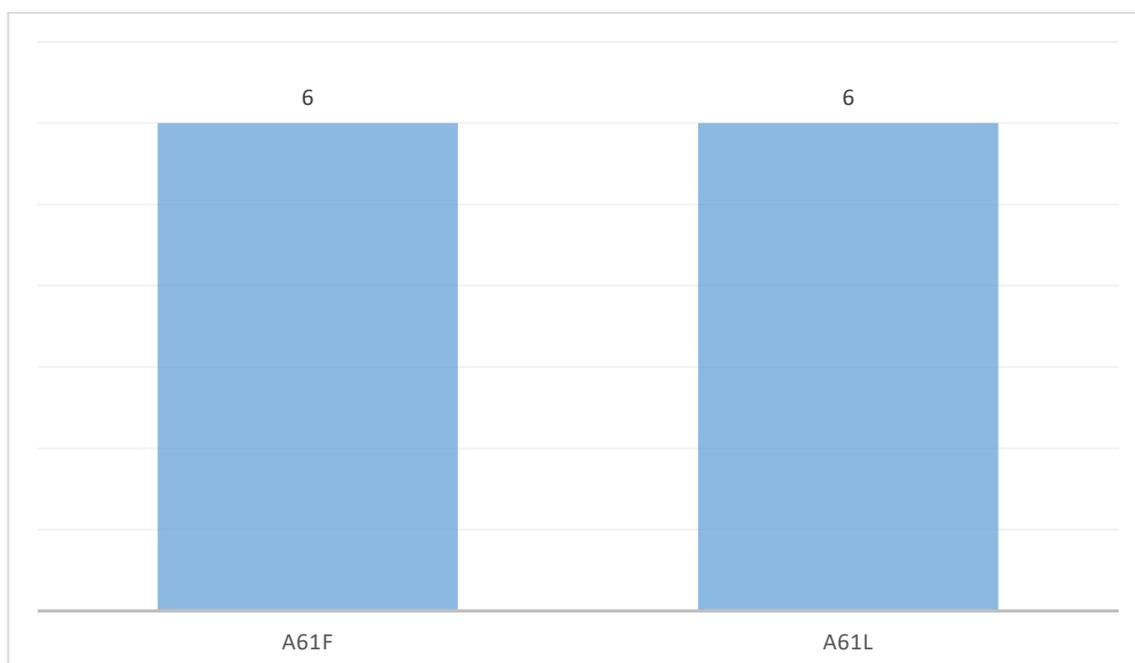
No que concerne à prospecção tecnológica, um dos parâmetros importantes a ser avaliado é a Classificação Internacional de Patentes (CIP), na qual as patentes são classificadas de acordo com a aplicação, sendo esta dividida em 8 seções, 21 subseções, 120 classes, 628 subclasses e 69.000 grupos.

Nesse contexto, as patentes encontradas também foram analisadas de acordo a CIP (Figura 3). A seção A (necessidades humanas) foi considerada a seção na qual há o maior número de patentes depositadas, com 100% das patentes nessa classe.

Dentre os depósitos de patentes encontrados, 6 estão alocadas na subclasse A61L (métodos ou aparelhos para esterilizar materiais ou objetos em geral; desinfecção, esterilização ou desodorização do ar; aspectos químicos de ataduras, curativos, almofadas absorventes ou artigos cirúrgicos; materiais para ataduras, curativos, almofadas absorventes ou artigos cirúrgicos) e 6 alocadas na A61F (filtros implantáveis nos vasos sanguíneos; próteses;

dispositivos que promovem desobstrução ou previnem colapso de estruturas tubulares do corpo, dispositivos ortopédicos, de enfermagem ou anticoncepcionais; fomentação; tratamento ou proteção dos olhos ou ouvidos; ataduras, curativos ou almofadas absorventes; estojos para primeiros socorros; *prótese dentária*). Esse resultado corrobora o que foi observado na base WIPO, colocando em destaque a utilização de biomateriais pela indústria da implantodontia no âmbito nacional e internacional para o desenvolvimento de novos produtos para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas.

Figura 3 – Distribuição por CIP dos documentos encontrados na base WIPO.



Fonte: Autoria própria (2020).

## CONCLUSÃO

Através destes estudos de prospecção tecnológica, foi possível constatar que o depósito de patentes envolvendo a utilização de biomateriais na implantodontia é recente, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 2007, atingindo o número máximo de patentes em 2015. Os Estados Unidos e a Organização Mundial de Propriedade Intelectual são considerados os principais países depositários, com 16 e 4 patentes na base WIPO, cada um respectivamente. Contudo, o Brasil não possui patentes depositadas nesta mesma base. Dentre as principais subclasses nas quais os documentos encontram-se alocados estão A61F e A61L, que são destinadas principalmente de preparações para finalidade médicas, odontológicas ou higiênicas,

aplicados essencialmente nas áreas da saúde. Sendo assim, sugere-se que uma das principais aplicações dos biomateriais se dá através do setor médico e odontológico da implantodontia.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTOUN, H.; BOUK, H.; AMEUR, G. **Bilateral sinus with either bovine hydroxyapatite ou tricalcium phosphate, in combinations with platelet-rich plasma: a case report.** *Implant Dent.*, Baltimore, v. 17, n3, p. 350-359, 2008.

AZEVEDO, V. V. C. et al. **Quintina e Quitosana: aplicações como biomateriais.** *Ver. Eletron. Mat. Proc.*, v 2.3, p. 27-34, 2007.

FARDIN, A. C., et al. **Enxerto ósseo em odontologia: revisão de literatura.** *Innov. Implant J. Biomater Esthet.*, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 48-52, 2010.

LOPES, R. R. **Avaliação da ação tópica de testosterona sobre o tecido ósseo e sua relação com a estimulação da neoformação óssea. Estudo em ratos machos.** 2009. Dissertação (Mestrado na área de concentração em Fisiologia) – Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MILORO, M. (Ed.). **Princípios de cirurgia bucomaxilofacial de Peterson.** São Paulo: Liv. Santos, 2008. V. 1, cap. 12, p. 157-187.

REIS, A. C. dos et al. **Enxerto autógeno x biomateriais no tratamento de fraturas e deformidades faciais – uma revisão de conceitos atuais.** *RFO, Canoas*, v. 12, n. 3, p. 79-84, 2007.

## Capítulo 4

### BIOMATERIAIS APLICADOS EM ORTOPEDIA

Yvo Borges da Silva<sup>1\*</sup>; Millena de Cássia Sousa e Silva<sup>1</sup>; Valdivânia Albuquerque do Nascimento<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina – PI.

\*yvoborgess@gmail.com

#### RESUMO

Os biomateriais vêm ganhando espaço na pesquisa nacional e internacional. A bioengenharia tecidual se transformou numa das áreas da biomedicina com maior desenvolvimento científico buscando métodos alternativos para o tratamento de tecidos danificados. Um biomaterial deve atuar com os tecidos nos quais é implantado, mantendo a sua estrutura e propriedades, sem provocar reações adversas no meio fisiológico envolvente. O objetivo deste estudo foi realizar uma prospecção tecnológica de biomateriais aplicados a ortopedia, analisando a participação dos países nos depósitos de pedidos de patentes em bases nacionais e internacionais até o momento. a busca de patentes utilizou-se as bases EPO, INPI, USPTO e WIPO. Biomateriais aplicados a ortopedia se apresentam em ascensão em relação aos anos de depósitos de patentes. Os Estados Unidos e a WIPO são os maiores depositários de estudos tecnológicos. O maior número de Classificação Internacional de Patentes está atribuído a subclasse A61K. O uso de biomateriais na ortopedia devido ao incentivo à ciência e à tecnologia vem crescendo e é de extrema importância devido as grandes propriedades e aplicações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biomateriais; Engenharia Tecidual; Ortopedia; Prótese; Implante; Cartilagem e Tendão.

#### INTRODUÇÃO

A bioengenharia tecidual se transformou numa das áreas da biomedicina com maior desenvolvimento científico buscando métodos alternativos para o tratamento de tecidos danificados. A bioengenharia compila conhecimentos de diferentes áreas como a morfologia (biologia celular, histologia e anatomia), medicina (patologia, cirurgia, fisiologia) e engenharia (metalurgia, polímeros, química). As estratégias de tratamentos baseados na introdução de materiais biocompatíveis com células possuem um grande potencial na prática da medicina reparadora para tratamento de doenças como enfarte do miocárdio, diabetes, osteoartrites, queimaduras de pele, lesões ósseas de grande magnitude, dentre outras (ALSBERG *et al.*, 2002).

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Piauí, Engenharia de Materiais. \*yvoborgess@gmail.com

De maneira geral, os biomateriais são diferentes tipos de dispositivos que visam à substituição ou reparação de um tecido lesado. Vários destes se encontram em testes em diferentes estágios, enquanto outros estão liberados para uso clínico, por exemplo, os implantes e próteses ortopédicos e materiais à base de hidroxiapatita sintética. Estes biomateriais podem ter uma origem biológica ou sintética. Os materiais de origem biológica são isolados de diferentes organismos, como bactérias, algas, corais, invertebrados, plantas, mamíferos, etc. Exemplos de biomateriais biológicos: alginato, colágenos, ácido hialurônico, quitosana, agar, polihidroxialcanoatos, dentre outros. Os sintéticos são originados principalmente de produtos do refino do petróleo ou de misturas de diferentes compostos químicos. Como exemplos podem ser citados: ácidos poli-láctico e poliglicólico, fosfatos de cálcio, carbonatos de cálcio, caprolactona, dentre outros (HORWITZ, 2003; CHUNG, 2002). Os biomateriais devem ser mais do que biocompatíveis, devem idealmente induzir uma resposta celular adequada, devendo estimular a adesão, diferenciação e proliferação celular, bem como a produção de moléculas específicas do tecido em questão.

Devido ao aumento da esperança média de vida, os casos de traumatologia ortopédicos têm aumentado, uma vez que a probabilidade dos idosos sofrerem fraturas é superior, comparativamente à dos indivíduos jovens. Com efeito, tem surgido uma necessidade de progresso na área da saúde e da engenharia, no sentido do desenvolvimento de técnicas que permitam restituir as funções totais ou parciais do órgão ou tecido perdido. Essas técnicas envolvem o recurso a implantes e próteses, formados por biomateriais, que vão permitir aos pacientes a substituição total ou parcial do órgão ou tecido deteriorado. Neste sentido, é fácil perceber que o uso destas técnicas só é possível se houver um vasto conhecimento dos diferentes biomateriais disponíveis para aplicações ortopédicas. Atualmente, devido à grande variedade de implantes e próteses, que apresentam diferentes formatos e são constituídos por diversos biomateriais, é quase impossível saber o número de modelos existente no mercado mundial (CHEN *et al.*, 2013).

Um biomaterial deve atuar com os tecidos nos quais é implantado, mantendo a sua estrutura e propriedades, sem provocar reações adversas no meio fisiológico envolvente. Quando é colocado em contacto com um organismo vivo deve obedecer a um conjunto de critérios: deve ser biocompatível; ser biofuncional, ou seja, possuir capacidade para substituir a

função para a qual foi criado e assegurar a perenidade dessa função; possuir capacidade para originar uma resposta biológica específica na sua superfície que conduza à formação de uma união entre o material e o tecido receptor, e uma textura de superfície que permita a adesão celular e o crescimento ósseo; apresentar uma resistência mecânica adequada ao seu uso; não provocar efeitos oncogênicos; ser hemostático, de fácil manipulação cirúrgica, visível por meios imagiológicos e estéril; e, ainda, permitir que sua fabricação e processamento possa ser realizada em larga escala a um preço razoável (EISENBARTH, 2007).

Nesse contexto, é importante o estudo biomateriais com aplicações na ortopedia, que são utilizados em amplas maneiras, como em medicamentos, tratamentos médicos, próteses, mostrando a importância e a contribuição que estes agregam à comunidade científica. O objetivo principal desse trabalho foi realizar uma prospecção científica e tecnológica com o intuito de mapear os estudos e as tecnologias envolvendo a utilização de biomateriais aplicados em ortopedia, analisando a participação dos países nos depósitos de pedidos de patentes em bancos de inovação e tecnologia nacionais e internacionais nos últimos anos.

## METODOLOGIA

A prospecção tecnológica foi realizada com base nos pedidos de patentes depositados no European Patent Office (EPO), na World Intellectual Property Organization (WIPO), no United States Patent and Trademark Office (USPTO) e no banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI).

A pesquisa foi realizada em Janeiro de 2020 e foram utilizados como palavras-chave os termos biomateriais, engenharia tecidual, ortopedia, prótese, implante, cartilagem e tendão, em português e *biomaterials, tissue engineering, orthopedics, prothesis, implant, cartilage e tendon*, em inglês. Os termos em inglês foram utilizados para as bases internacionais, enquanto que os termos em português foram utilizados para a busca de documentos em base nacional, sendo considerados válidos os documentos que apresentassem esses termos no título e/ou resumo.

Para a verificação da evolução anual de depósito de patentes, foi realizado uma busca de patentes depositadas por ano. Também foi realizado a avaliação da distribuição de patentes por país depositário e por Classificação Internacional de Patentes (CIP). Foram analisados todos os pedidos de patente existentes até o presente momento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o objetivo de identificar e classificar o desenvolvimento de estudos científicos e tecnológicos envolvendo o uso de polímeros biodegradáveis, foi realizada uma prospecção científica e tecnológica, que se caracteriza como um modo sistemático de busca por artigos e patentes de produtos e/ou processos.

Primeiramente, foi avaliado o número de pedidos de patentes depositados por base de dados de acordo com os termos utilizados (Tabela 1). Com o cruzamento final das palavras-chave, foi possível obter os seguintes resultados que demonstram que a base USPTO apresenta o maior número de patentes depositadas até o momento, totalizando 80 documentos encontrados, seguido pela WIPO com 72 patentes depositadas, número que será analisado, as demais bases não possuem patentes registradas. Usando os termos biomateriais, engenharia tecidual, ortopedia, prótese, implante e cartilagem, encontrou-se 132 documentos na base WIPO, 146 na base americana USPTO e zero patentes depositadas nas demais bases analisadas.

Tabela 1 – Número de patentes depositadas por base de dados envolvendo os termos utilizados.

PALAVRAS-CHAVE	EPO	WIPO	USPTO	INPI
<b>BIOMATERIALS</b>	3,485	75,399	31,734	99
<b>BIOMATERIALS AND TISSUE ENGINEERING</b>	168	15,950	7,837	2
<b>BIOMATERIALS AND TISSUE ENGINEERING AND ORTHOPEDICS</b>	0	633	600	0
<b>BIOMATERIALS AND TISSUE ENGINEERING AND ORTHOPEDICS AND PROSTHESIS</b>	0	157	224	0
<b>BIOMATERIALS AND TISSUE ENGINEERING AND ORTHOPEDICS AND PROSTHESIS AND IMPLANT</b>	0	152	215	0

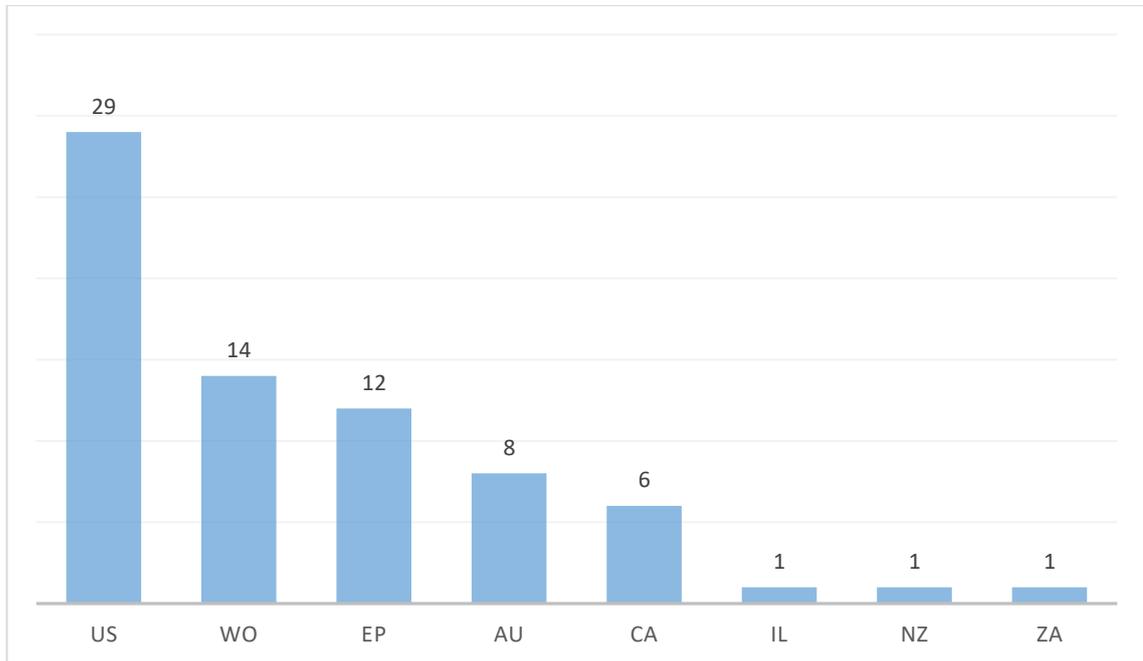
<b>BIOMATERIALS AND TISSUE ENGINEERING AND ORTHOPEDICS AND PROSTHESIS AND IMPLANT AND CARTILAGE</b>	0	132	176	0
<b>BIOMATERIALS AND TISSUE ENGINEERING AND ORTHOPEDICS AND PROSTHESIS AND IMPLANT AND CARTILAGE AND TENDON</b>	0	72	80	0

Fonte: Autoria própria (2020).

Considerando o resultado encontrado na base WIPO com o cruzamento final de palavras, quando são usados os termos biomateriais, engenharia tecidual, ortopedia, prótese, implante, cartilagem e tendão, a pesquisa foi norteada no sentido de explorar melhor as informações que essa base pudesse fornecer em relação à distribuição de patentes por país, ano de depósito e por Classificação Internacional de Patentes (CIP). Quando conveniente, as informações encontradas na base internacional foram comparadas com as informações encontradas no banco nacional de patentes (INPI).

De acordo com a Figura 1, os Estados Unidos e a Organização Mundial de Propriedade Intelectual são os principais depositários, com 29 e 14 patentes respectivamente para cada, o que representa 40,28% para os Estados Unidos e 19,44% para a Organização Mundial de Propriedade Intelectual, do total de documentos encontrados. Entretanto, apesar de inúmeras pesquisas na área de biomateriais aplicados na implantodontia, o Brasil não possui nenhuma patente depositada até o momento na base WIPO. Quanto a base INPI, a participação do Brasil também é nula, visto que não há nenhuma patente depositada.

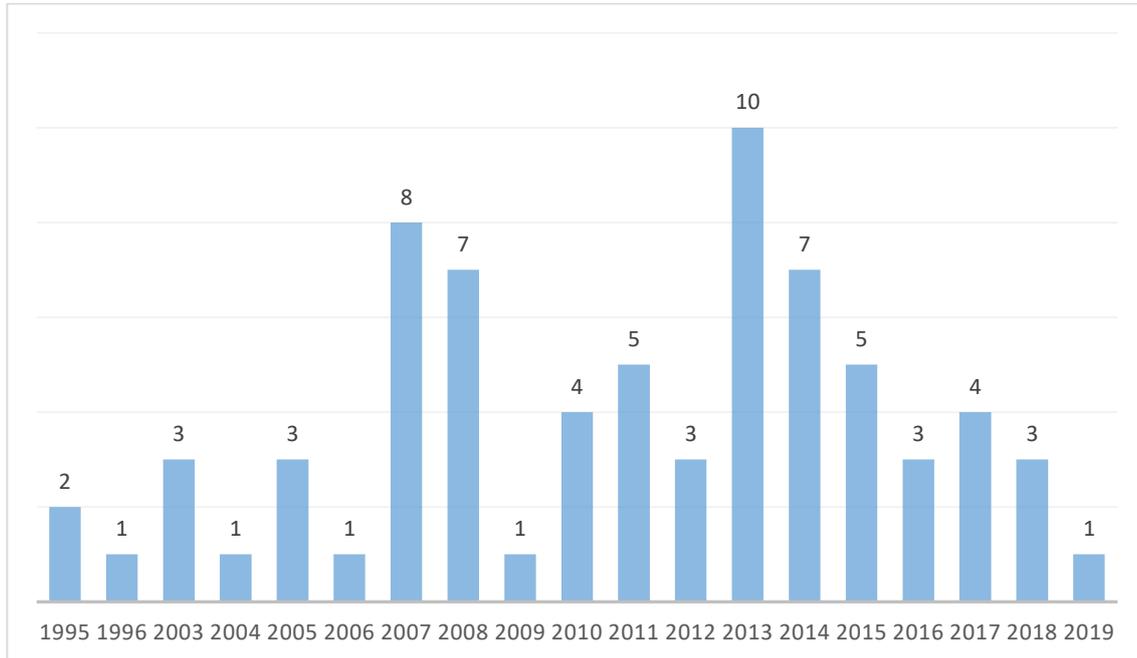
Figura 1 – Distribuição de patentes depositadas na base WIPO por país.



Fonte: Autoria própria (2020).

Utilizando os 72 documentos encontrados na base WIPO com as palavras-chave biomateriais, engenharia tecidual, ortopedia, prótese, implante, cartilagem e tendão, verificou-se que o depósito de patentes envolvendo essa classe iniciou-se em 1995 (Figura 2), com a patente depositada com o título “Osteogenic product and process”. A partir de então, o número de patentes depositadas mostrou-se em constante evolução, sendo que o ano de 2013 apresentou o maior número de documentos encontrados, com 10 patentes depositadas, o que representa 13,89% do total de patentes encontradas. Apesar do número de patentes não ter um crescimento constante, esses resultados sugerem que os produtos com biomateriais com aplicações na área de ortopedia vêm sendo cada vez mais utilizados como fontes de novos produtos tecnológicos pelas indústrias.

Figura 2 – Evolução anual de depósitos de patente envolvendo polímeros biodegradáveis com aplicações farmacêuticas na base WIPO.



Fonte: Autoria própria (2020).

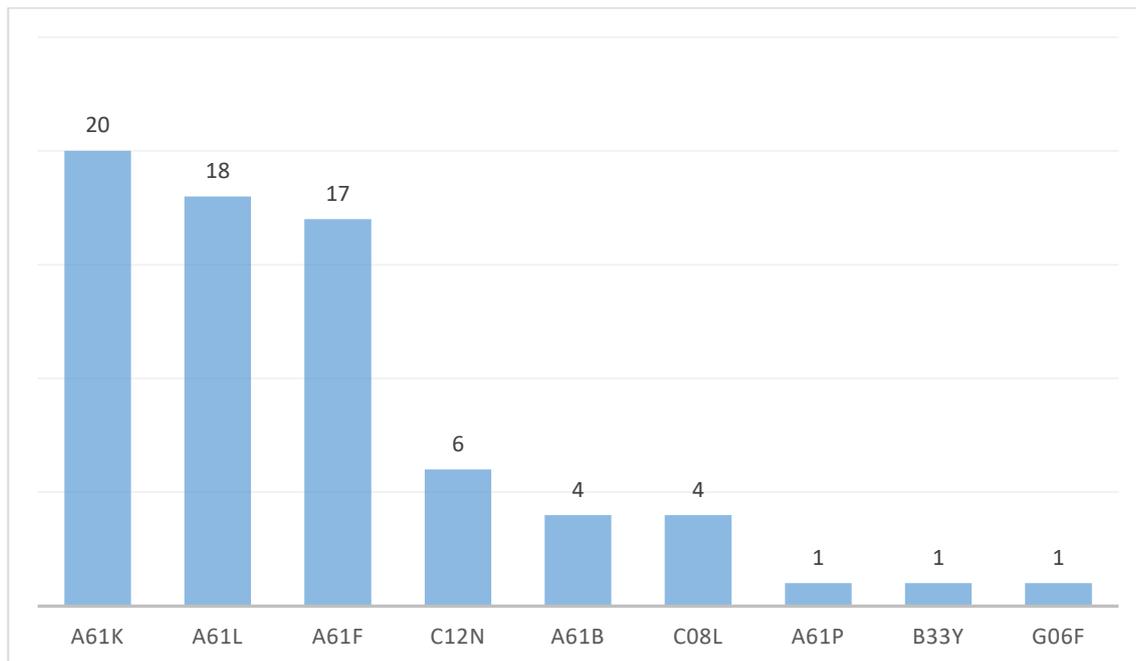
No que concerne à prospecção tecnológica, um dos parâmetros importantes a ser avaliado é a Classificação Internacional de Patentes (CIP), na qual as patentes são classificadas de acordo com a aplicação, sendo esta dividida em 8 seções, 21 subseções, 120 classes, 628 subclasses e 69.000 grupos.

Nesse contexto, as patentes encontradas também foram analisadas de acordo a CIP (Figura 3). A seção A (necessidades humanas) foi considerada a seção na qual há o maior número de patentes depositadas, seguida pelas seções B (operações de processamento, transporte) e C (química e metalurgia).

Dentre os depósitos de patentes encontrados, 20 estão alocados na subclasse A61K, que trata de preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas. 18 estão alocadas na subclasse A61L (métodos ou aparelhos para esterilizar materiais ou objetos em geral; desinfecção, esterilização ou desodorização do ar; aspectos químicos de ataduras, curativos, almofadas absorventes ou artigos cirúrgicos; materiais para ataduras, curativos, almofadas absorventes ou artigos cirúrgicos) e 17 alocadas na A61F (filtros implantáveis nos vasos sanguíneos; próteses; dispositivos que promovem desobstrução ou previnem colapso de estruturas tubulares do corpo, dispositivos ortopédicos, de enfermagem ou anticoncepcionais;

fomentação; tratamento ou proteção dos olhos ou ouvidos; ataduras, curativos ou almofadas absorventes; estojos para primeiros socorros; *prótese dentária*). Esse resultado corrobora o que foi observado na base WIPO, colocando em destaque a utilização de biomateriais pela indústria médica ortopédica no âmbito nacional e internacional para o desenvolvimento de novos produtos para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas.

Figura 3 – Distribuição por CIP dos documentos encontrados na base WIPO.



Fonte: Autoria própria (2020).

## CONCLUSÃO

Através destes estudos de prospecção tecnológica, foi possível constatar que o depósito de patentes envolvendo a utilização de biomateriais relacionados a ortopedia é recente, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 1995, atingindo o número máximo de patentes em 2013. Os Estados Unidos e a Organização Mundial de Propriedade Intelectual são considerados os principais países depositários, com 29 e 14 patentes na base WIPO, cada um respectivamente. Contudo, o Brasil não possui patentes depositadas nesta mesma base. Dentre as principais subclasses nas quais os documentos encontram-se alocados está A61K, que é destinada principalmente de preparações para finalidade médicas, odontológicas ou higiênicas, aplicados essencialmente nas áreas da saúde. Sendo assim, sugere-se que uma das principais aplicações dos biomateriais dá-se através do setor médico da ortopedia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alsberg E, Anderson K W, Albeiruti A, Rowley JA, Mooney D. **Engineering growing tissues**. PNAS 2002; (19):12025-12030.
- Chen, Q., Liang, S. e Thouas, G. A. (2013). **Elastomeric biomaterials for tissue engineering**. **Progress in Polymer Science**, 38, 584-671.
- Chung TW, Y ang J, Akaike T, Cho K Y , Nah JW , K im SI., Chomg S. **Preparation of alginate/galactosylated chitosan scaffold for hepatocyte attachment**. **Biomaterials**, 2002; 2827-2834.
- Eisenbarth, E. **Biomaterials for tissue engineering**. **Advanced Engineering Materials**, 2007, 1051-1060.
- Fisher, J. e Reddi, A. **Functional tissue engineering of bone: signals and scaffolds**. **Topics in Tissue Engineering**, 2003, 1-29.
- Galante, J. O. et al. **The biologic effects of implant materials**. **Journal of orthopaedic research**, 1191, 760-775.
- Horwitz EM. **Stem cell plasticity: the growing potential of cellular therapy**. **Archives of Medical Research** 2003; m k :600-606.
- Zhao K, Deng Y Chen G. **Effects of surface morphology on the biocompatibility of polyhydroxyalkanoates**. **Biochem Eng J** 2003; :115-123.

## Capítulo 5

### POTENCIAL USO DE BIOMATERIAIS COPOLÍMEROS BIODEGRADÁVEIS

Yvo Borges da Silva<sup>1\*</sup>; Millena de Cássia Sousa e Silva<sup>1</sup>; Valdivânia Albuquerque do Nascimento<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina – PI.

\*yvoborgess@gmail.com

#### RESUMO

Os biomateriais vêm ganhando espaço na pesquisa nacional e internacional. Os polímeros são uma das classes de materiais mais versáteis e têm mudado nosso cotidiano por várias décadas com importantes aplicações na área médica, agricultura e engenharia. Com respeito aos polímeros biodegradáveis, é essencial reconhecer que a degradação é um processo químico e a erosão é um fenômeno físico dependente dos processos de difusão e dissolução. O objetivo deste estudo foi realizar uma prospecção tecnológica do potencial biomaterial copolímero biodegradável, analisando a participação dos países nos depósitos de pedidos de patentes em bases nacionais e internacionais até o momento. A busca de patentes utilizou-se as bases EPO, INPI, USPTO e WIPO. Biomateriais copolímeros biodegradáveis se apresentam em ascensão em relação aos anos de depósitos de patentes. Os Estados Unidos e a WIPO são os maiores depositários de estudos tecnológicos. O maior número de Classificação Internacional de Patentes está atribuído as subclasses A61K e C12M. O uso de biomateriais copolímeros biodegradáveis devido ao incentivo à ciência e à tecnologia vem crescendo e é de extrema importância devido as grandes propriedades e aplicações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biomateriais; Copolímeros; Biodegradável; Eletrofiliação; PLLA.

#### INTRODUÇÃO

A vida é polimérica na sua essência: os mais importantes componentes de uma célula viva (proteínas, carboidratos e ácidos nucleicos) são todos polímeros. A natureza usa os polímeros para construção e como parte do complicado mecanismo celular (GALAEV; MATTIASSON, 1999). Os polímeros são uma das classes de materiais mais versáteis e têm mudado nosso cotidiano por várias décadas (PILLAI; PANCHAGNULA, 2001) com importantes aplicações na área médica, agricultura (CHANDRA; RUSTGI, 1998) e engenharia (LANGER; PEPPAS, 2003).

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Piauí, Engenharia de Materiais. \*yvoborgess@gmail.com

Até pouco tempo atrás era importante descobrir materiais cada vez mais duráveis para utilização diária no mercado e dentre estes estavam os plásticos, com grande variedade de aplicações, devido a suas propriedades, versatilidade de uso e preço (HUANG, 1995). Os plásticos sintéticos, materiais formados de macromoléculas, denominados polímeros, são muito resistentes à degradação natural, quando descartados no meio ambiente, isto é, em aterros ou lixões municipais, daí seu acúmulo é cada vez mais crescente (SHRIVRAM, 2001). Nos países em desenvolvimento, a poluição ambiental por polímeros sintéticos tem provocado uma série de danos. Como resultado, esforços têm sido feitos para resolver estes problemas acrescentando aos polímeros a biodegradabilidade através de pequenas modificações nas suas estruturas (CHANDRA; RUSTGI, 1998).

Com respeito aos polímeros biodegradáveis, é essencial reconhecer que a degradação é um processo químico e a erosão é um fenômeno físico dependente dos processos de difusão e dissolução (PILLAI; PANCHAGNULA, 2001). A biodegradabilidade pode ser manipulada pela incorporação de uma variedade de grupos instáveis como éster, ortoéster, anidrido, carbonato, amida, ureia e uretano na cadeia principal (MAO et al., 1999), e pode ocorrer por meio enzimático, químico ou microbiano. O aumento no interesse científico pela área ambiental, atraído pelo crescimento explosivo do consumo de polímeros ou plásticos e pela disposição final destes resíduos sólidos urbanos, tem tornado cada vez mais necessária, a produção de substitutos ambientalmente sustentáveis, importantes no gerenciamento de resíduos, os chamados polímeros ou plásticos ambientalmente degradáveis (PADs), compostos por um vasto grupo de materiais poliméricos, naturais e sintéticos, que sofrem alterações químicas sob a influência de fatores ambientais (ROSA; FILHO, 2003).

Os biomateriais podem ser definidos como substâncias de origens naturais ou sintéticas que são toleradas de forma transitória ou permanente de diversas formas. Eles são introduzidos como um todo ou parte de um sistema que trata, restaura ou substitui algo, desde tecidos até órgãos ou ainda como um material viável utilizado em um dispositivo médico, com intenção de interagir com sistemas biológicos (WILLIAMS, D. F. 1887). Dentre os biomateriais, o poli(L-ácido láctico), PLLA, destaca-se devido à sua característica de biocompatibilidade e bioreabsorção.

Nesse contexto, é importante o estudo de biomateriais copolímeros com potencial biodegradável, que são utilizados em amplas maneiras, mostrando a importância e a

contribuição que estes agregam à comunidade científica. O objetivo principal desse trabalho foi realizar uma prospecção científica e tecnológica com o intuito de mapear os estudos e as tecnologias envolvendo o potencial uso de biomateriais copolímeros biodegradáveis, analisando a participação dos países nos depósitos de pedidos de patentes em bancos de inovação e tecnologia nacionais e internacionais nos últimos anos.

## METODOLOGIA

A prospecção tecnológica foi realizada com base nos pedidos de patentes depositados no European Patent Office (EPO), na World Intellectual Property Organization (WIPO), no United States Patent and Trademark Office (USPTO) e no banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI).

A pesquisa foi realizada em Janeiro de 2020 e foram utilizados como palavras-chave os termos biomateriais, polímeros, copolímeros, biodegradável, eletrofiação e PLLA, em português e *biomaterials, polymers, copolymers, biodegradable, electroplating e PLLA*, em inglês. Os termos em inglês foram utilizados para as bases internacionais, enquanto que os termos em português foram utilizados para a busca de documentos em base nacional, sendo considerados válidos os documentos que apresentassem esses termos no título e/ou resumo.

Para a verificação da evolução anual de depósito de patentes, foi realizado uma busca de patentes depositadas por ano. Também foi realizado a avaliação da distribuição de patentes por país depositário e por Classificação Internacional de Patentes (CIP). Foram analisados todos os pedidos de patente existentes até o presente momento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o objetivo de identificar e classificar o desenvolvimento de estudos científicos e tecnológicos envolvendo o uso de polímeros biodegradáveis, foi realizada uma prospecção científica e tecnológica, que se caracteriza como um modo sistemático de busca por artigos e patentes de produtos e/ou processos.

Primeiramente, foi avaliado o número de pedidos de patentes depositados por base de dados de acordo com os termos utilizados (Tabela 1). Com o cruzamento final das palavras-chave, foi possível obter os seguintes resultados que demonstram que a base WIPO apresenta o maior número de patentes depositadas até o momento, totalizando 65 documentos

encontrados, número que será analisado, seguido pela USPTO com 35 patente depositadas, as demais bases não possuem patentes registradas. Usando os termos biomateriais, polímeros, copolímeros, biodegradável e eletrofiação encontrou-se 350 documentos na base WIPO, 190 na base americana USPTO e zero patentes depositadas nas demais bases analisadas.

Tabela 1 – Número de patentes depositadas por base de dados envolvendo os termos utilizados.

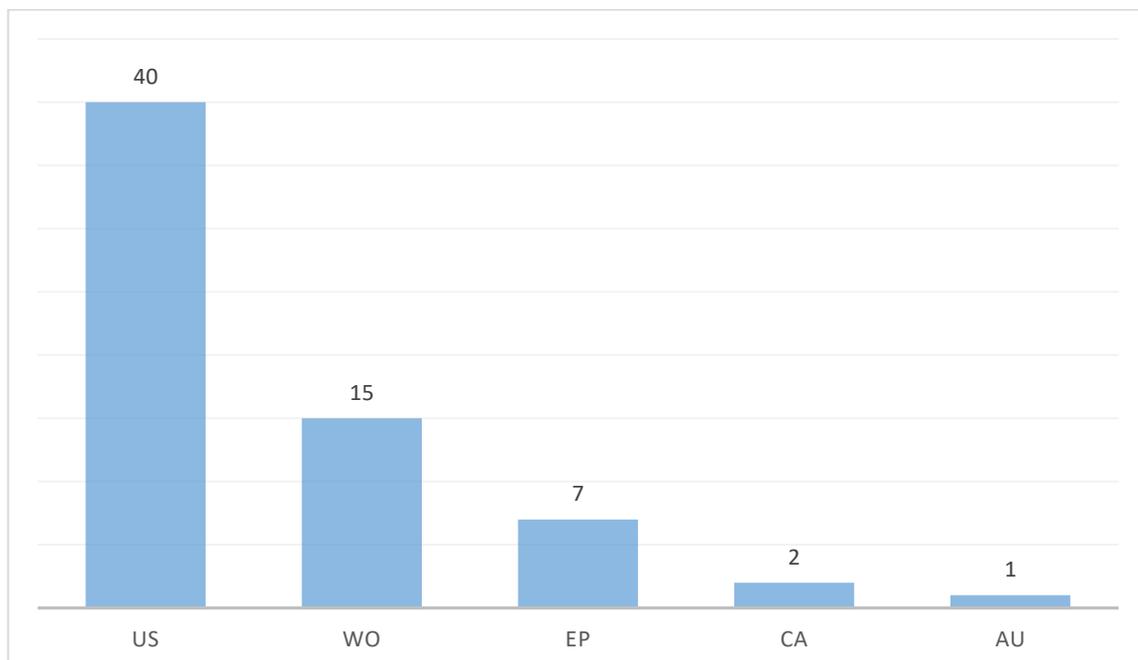
PALAVRAS-CHAVE	EPO	WIPO	USPTO	INPI
<b>BIOMATERIALS</b>	3,485	75,399	31,734	99
<b>BIOMATERIALS AND POLYMERS</b>	542	65,243	25,039	16
<b>BIOMATERIALS AND POLYMERS AND COPOLYMERS</b>	27	25,752	10.969	1
<b>BIOMATERIALS AND POLYMERS AND COPOLYMERS AND BIODEGRADABLE</b>	5	15,009	6,698	0
<b>BIOMATERIALS AND POLYMERS AND COPOLYMERS AND BIODEGRADABLE AND ELECTROPLATING</b>	0	350	190	0
<b>BIOMATERIALS AND POLYMERS AND COPOLYMERS AND BIODEGRADABLE AND ELECTROPLATING AND PLLA</b>	0	65	35	0

Fonte: Autoria própria (2020).

Considerando o resultado encontrado na base WIPO com o cruzamento final de palavras, quando são usados os termos biomateriais, polímeros, copolímeros, biodegradável, eletrofiação e PLLA, a pesquisa foi norteada no sentido de explorar melhor as informações que essa base pudesse fornecer em relação à distribuição de patentes por país, ano de depósito e por Classificação Internacional de Patentes (CIP). Quando conveniente, as informações encontradas na base internacional foram comparadas com as informações encontradas no banco nacional de patentes (INPI).

De acordo com a Figura 1, os Estados Unidos e a Organização Mundial de Propriedade Intelectual são os principais depositários, com 40 e 15 patentes respectivamente para cada, o que representa 61,54% para os Estados Unidos e 23,08% para a Organização Mundial de Propriedade Intelectual, do total de documentos encontrados. Entretanto, apesar de inúmeras pesquisas na área de biomateriais aplicados na implantodontia, o Brasil não possui nenhuma patente depositada até o momento na base WIPO. Quanto a base INPI, a participação do Brasil também é nula, visto que não há nenhuma patente depositada.

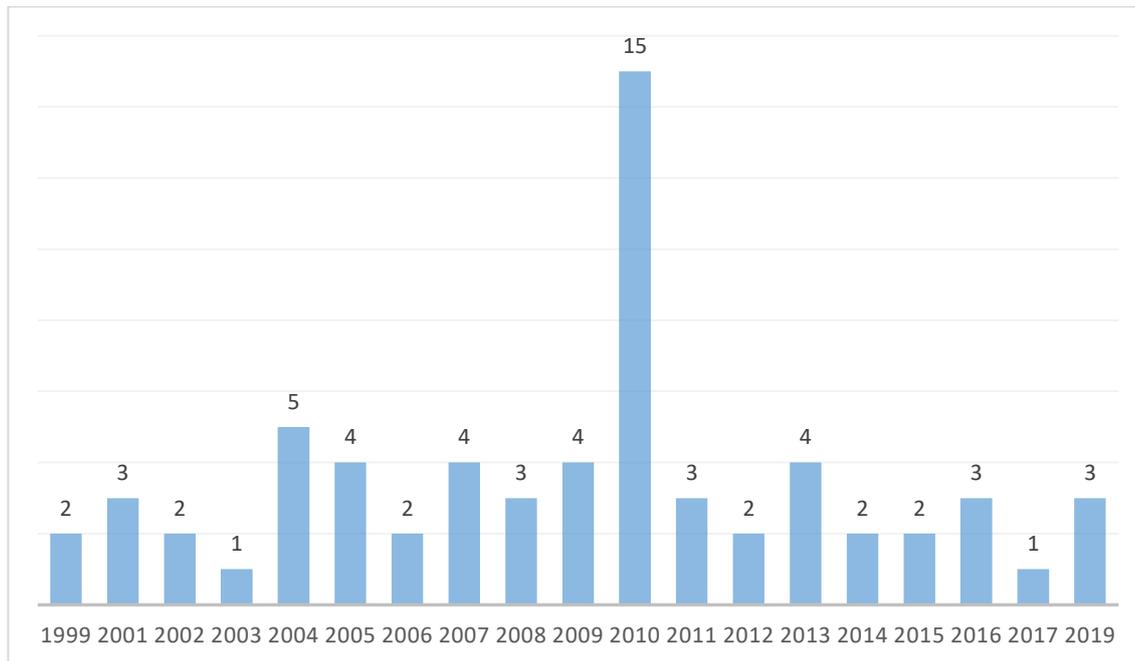
Figura 1 – Distribuição de patentes depositadas na base WIPO por país.



Fonte: Autoria própria (2020).

Utilizando os 65 documentos encontrados na base WIPO com as palavras-chave biomateriais, polímeros, copolímeros, biodegradável, eletrofiação e PLLA, verificou-se que o depósito de patentes envolvendo essa classe iniciou-se em 1999 (Figura 2), com 1 patente depositada com o título “*Vascularized perfused microtissue/micro-organ arrays*”. A partir de então, o número de patentes depositadas mostrou-se em constante evolução, sendo que o ano de 2010 apresentou o maior número de documentos encontrados, com 15 patentes depositadas, o que representa 23,08% do total de patentes encontradas. Apesar do número de patentes não ter um crescimento constante, esses resultados sugerem que os produtos com biomateriais poliméricos com potencial biodegradável vêm sendo cada vez mais utilizados como fontes de novos produtos tecnológicos pelas indústrias.

Figura 2 – Evolução anual de depósitos de patente envolvendo polímeros biodegradáveis com aplicações farmacêuticas na base WIPO.



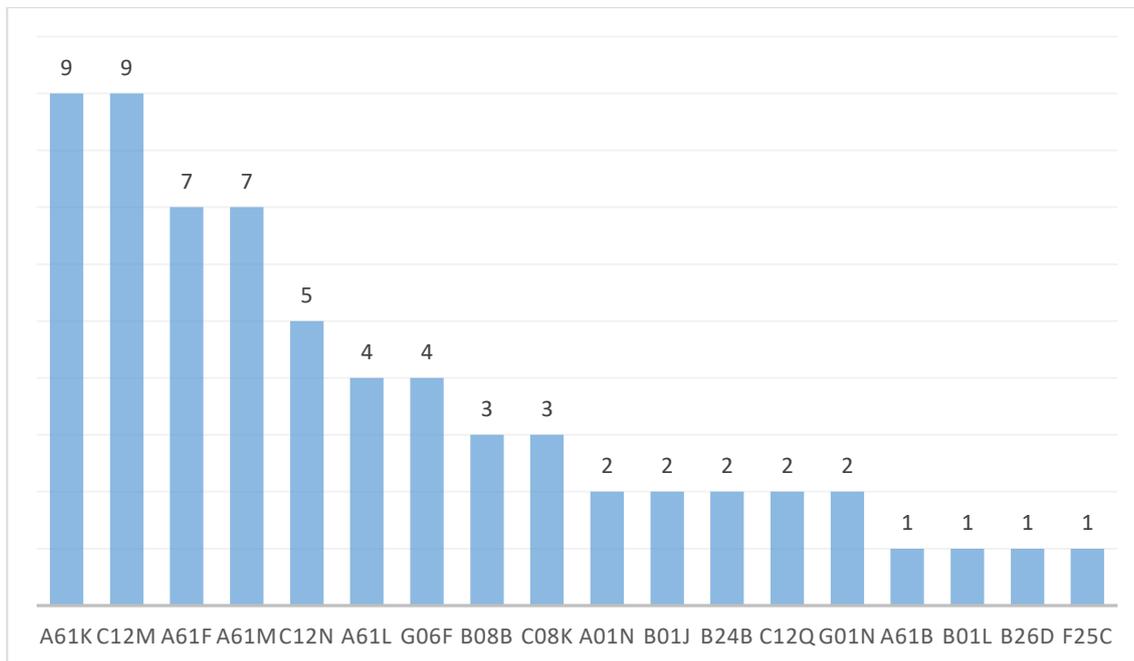
Fonte: Autoria própria (2020).

No que concerne à prospecção tecnológica, um dos parâmetros importantes a ser avaliado é a Classificação Internacional de Patentes (CIP), na qual as patentes são classificadas de acordo com a aplicação, sendo esta dividida em 8 seções, 21 subseções, 120 classes, 628 subclasses e 69.000 grupos.

Nesse contexto, as patentes encontradas também foram analisadas de acordo a CIP (Figura 3). A seção A (necessidades humanas) foi considerada a seção na qual há o maior número de patentes depositadas, seguida pelas seções B (operações de processamento, transporte) e C (química e metalurgia).

Dentre os depósitos de patentes encontrados, as subclasses mais encontradas são a A61K e C12M. 9 estão alocados na subclasse A61K, que trata de preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas e outras 9 estão alocadas na subclasse C12M que trata de aparelhos para enzimologia ou microbiologia.

Figura 3 – Distribuição por CIP dos documentos encontrados na base WIPO.



Fonte: Autoria própria (2020).

## CONCLUSÃO

Através destes estudos de prospecção tecnológica, foi possível constatar que o depósito de patentes envolvendo a utilização de biomateriais copolímeros biodegradáveis é recente, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 1999, atingindo o número máximo de patentes em 2010. Os Estados Unidos e a Organização Mundial de Propriedade Intelectual são considerados os principais países depositários, com 40 e 15 patentes na base WIPO, cada um respectivamente. Contudo, o Brasil não possui patentes depositadas nesta mesma base. Dentre as principais subclasses nas quais os documentos encontram-se alocados está A61K, que é destinada principalmente de preparações para finalidade médicas, odontológicas ou higiênicas, aplicados essencialmente nas áreas da saúde e C12M que trata de aparelhos para enzimologia ou microbiologia. Sendo assim, sugere-se que a aplicação dos biomateriais copolímeros biodegradáveis é de extrema relevância.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AULTON, M. E. - **Delineamento de formas farmacêuticas**, Artmed, Porto Alegre, 2005.

CHANDRA, R.; RUSTGI, R. **Biodegradable polymers**. Prog. Polym. Sci., New York, v. 23, p. 1273-1335, 1998.

- GALAEV, I.Y.; MATTIASSON, B. **“Smart” polymers and what they could do in biotechnology and medicine.** Trends Biotechnol., Amsterdam, v. 17, p.335-340, 1999.
- HUANG, S. J.; *J. Mat. Sci. - Pure Appl. Chem.* A 32, 493, 1995.
- KREUTER J. (2007). **Nanoparticles-a historical perspective.** International Journal of Pharmaceutics, 331, pp. 1-10.
- MAO, H.Q.; KDAIYALA, I.; LEONG, K.W.; ZHAO, Z.; DANG, W. **Biodegradable polymers: poly (phosphoester)s.** In Encyclopaedia of Controlled Drug Delivery. Edited by Mathowitz E. New York: John Wiley and Sons; 1999, v. 1, p. 45-60.
- ORÉFICE, R. L.; PEREIRA, M. M. & MANSUR, H. S. - **Biomateriais: fundamentos e aplicações,** Cultura Médica, São Paulo, 2006.
- PILLAI, O.; PANCHAGNULA, R. **Polymers in drug delivery, Current Opinion in Chemical Biology,** London, v. 5, p. 447-451, 2001.
- RIOS, M. **Polymers for Controlled Release: Formulation Follows Function.** Pharm. Technol., New York, v. 29, n. 6, p. 42-50, 2005.
- ROSA, D. S.; FILHO, R. P.; **Biodegradação: um ensaio com polímeros,** ED. Moara: Itatiba, 2003.
- SHRIVRAM, D.; **International Symposium on Biodegradation Polymers,** Hyderabad, Índia, 2001.

## Capítulo 6

### APLICAÇÃO DE BIOMATERIAIS HÍBRIDOS ORGÂNICO-INORGÂNICOS BIOATIVOS

Millena de Cassia Sousa e Silva, Yvo Borges da Silva, Valdivânia Albuquerque do Nascimento

#### RESUMO

Biomateriais são materiais que podem ser implantados para substituir ou reparar tecidos em falta. Podem ser de origem natural ou sintetizados em laboratório e são capazes de interagir com o corpo humano. A possibilidade de combinação de entidades orgânicas e inorgânicas em níveis nanométricos e moleculares em orgânico-inorgânico híbridos capacita a abertura de uma série de novas oportunidades para compósitos a ciência e tecnologia relacionada com híbridos inorgânico-orgânicos potencialmente pode ser aplicada à preparação de uma nova classe de materiais semelhante estruturalmente a tecidos vivos, esse trabalho tem como objetivo realizar uma busca na literatura de patentes/estudos relacionados a aplicação de biomateriais híbridos e bioativos. Para conhecimento de dados científicos, realizou-se busca de artigos e patentes nas bases de patentes no European Patent Office (EPO), United States Patent and Trademark (USPTO), World Intellectual Property Organization (WIPO) e no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) do Brasil. Para os termos: “biomaterials, hybrids, organic-inorganic, applications” foram encontrados 5 patentes na base WIPO, 5 na base dos Estados Unidos (USPTO), 415 patentes na base europeia ESPACENET, e nenhuma na base brasileira INPI, totalizando 420 patentes. A classificação internacional (CIP) abrangeu diversas áreas as principais com maior quantidade de patentes relacionadas encontradas foram: A61L27, sobre materiais empregados para o desenvolvimento de próteses ou revestimento das mesmas; G01N33, referente a análise e investigação de materiais; B82Y30 que se refere a nanotecnologia para ciência dos materiais. Com a busca de anterioridade foi possível perceber o quão importante é o uso dos biomateriais híbridos bioativo, esse tipo de material é conhecido e já começa a ser explorado.

Palavras-chaves: Biomateriais; Híbridos e Orgânico - inorgânico

#### 1. Introdução

A utilização de materiais sintéticos, para substituição ou aumento dos tecidos biológicos, sempre foi uma grande preocupação nas áreas médica e odontológica. Para este fim, são confeccionados diversos dispositivos a partir de metais, cerâmicas, polímeros e, mais recentemente, compósitos. Na realidade, nem sempre são novos materiais no sentido estrito da

palavra, são materiais dos quais se utilizam novas propriedades obtidas mediante diferentes composições químicas ou processos de fabricação (GUASTALDI, A. C., 2003).

Biomateriais são materiais que podem ser implantados para substituir ou reparar tecidos em falta. Podem ser de origem natural ou sintetizados em laboratório e são capazes de interagir com o corpo humano. A escolha de um material para ser usado como biomaterial passa necessariamente pela análise de um conjunto de requisitos que devem ser analisados. (PEREIRA, 1999).

Os tipos de interação entre tecido implante são fundamentalmente dependentes do tipo de material e podem ser reunidos nos seguintes grupos: tóxica, não-tóxica, bioativa e biodegradável. Ultimamente, o desenvolvimento de materiais considerados bioativos e biodegradáveis vêm sendo enfatizado já que, além de substituir tecidos traumatizados, estes materiais também podem propiciar a recuperação do tecido danificado através da atuação em metabolismos intra e extracelulares responsáveis pela reprodução celular e propagação dos tecidos em crescimento (HENCH, 1991).

A possibilidade de combinação de entidades orgânicas e inorgânicas em níveis nanométricos e moleculares em orgânico-inorgânico híbridos capacita a abertura de uma série de novas oportunidades para compósitos a ciência e tecnologia relacionada com híbridos inorgânico-orgânicos potencialmente pode ser aplicada à preparação de uma nova classe de materiais semelhante estruturalmente a tecidos vivos para aplicações médicas e odontológicas (BRENNAN, 1994).

Levando em consideração a importância que os biomateriais possuem hoje em dia por conseguir ser compatível com o organismo humano e que os bioativo podem favorecer o desenvolvimento das células humanas, esse trabalho procura fazer uma busca sobre o desenvolvimento dessa tecnologia.

## **2. Metodologia**

A prospecção tecnológica foi realizada com base nos pedidos de patentes depositados no European Patent Office (EPO), na World Intellectual Property Organization (WIPO), no United States Patent and Trademark Office (USPTO) e no banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI).

A pesquisa foi realizada em janeiro de 2020 e foram utilizados como palavras-chave os termos “*biomateriais, híbridos, organico-inorganico, aplicações*”, em português e “*biomaterials, hybrids, organic-inorganic, applications*”, em inglês. Os termos em inglês foram utilizados para as bases internacionais, enquanto que os termos em português foram utilizados para a busca de documentos em base nacional, sendo considerados válidos os documentos que apresentassem esses termos no título e/ou resumo.

Para a verificação da evolução anual de depósito de patentes, foi realizado uma busca de patentes depositadas por ano. Também foi realizado a avaliação da distribuição de patentes por país depositário e por Classificação Internacional de Patentes (CIP). Foram analisados todos os pedidos de patente existentes até o presente momento.

### 3. Resultados e Discussão

Na pesquisa que foi realizada investigando biomateriais híbridos, utilizando os termos finais, foram encontradas 415 patentes depositadas na base europeia ESPACENET e 5 na base dos Estados Unidos (USPTO) e nenhuma na base brasileira INPI e na WIPO, totalizando 420 patentes selecionadas em Janeiro de 2020.

**Tabela 1:** Palavras chave utilizadas na busca de patentes.

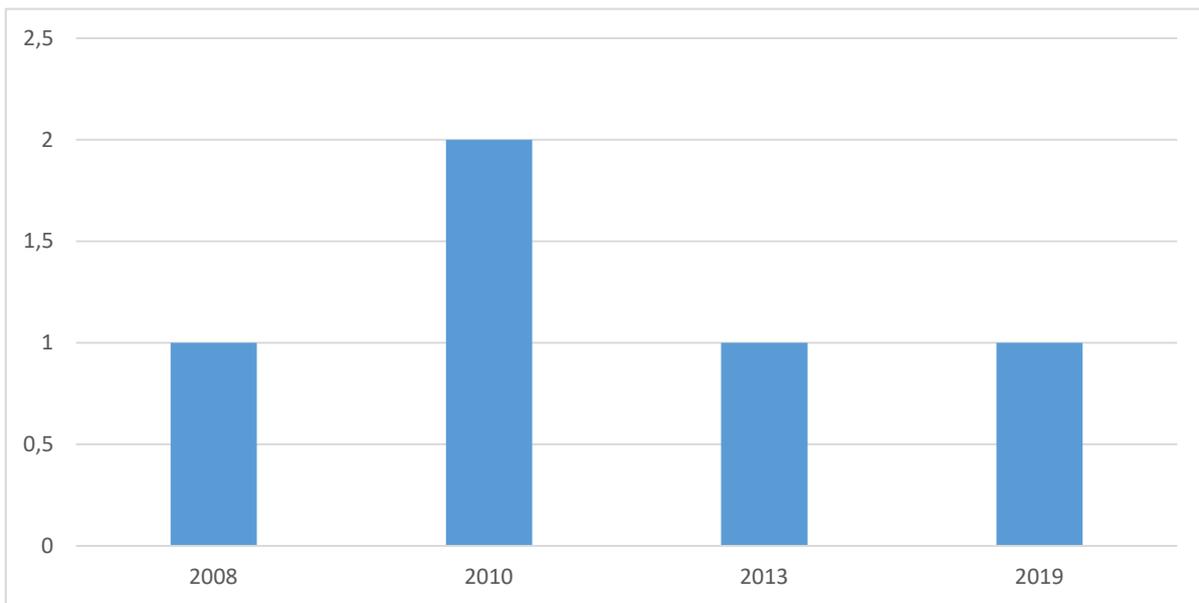
PALAVRAS-CHAVE	EPO	WIPO	USPTO	INPI
<b><i>Biomaterials</i></b>	55683	4868	436	99
<b><i>Biomaterials and hybrids</i></b>	8276	377	76	2
<b><i>Biomaterials and hybrids and “organic-inorganic”</i></b>	527	157	12	0
<b><i>Biomaterials and hybrids and “organic-inorganic”</i></b>	415	0	5	0

<i>and applications</i>				
-------------------------	--	--	--	--

Fonte: Autoria própria (2020).

Foi feito uma busca de patentes depositadas por ano, com o objetivo de verificar a evolução anual em depósito. Na figura é possível perceber que a primeira patente depositada foi no ano de 2008, com o título de “Nanoparticle structures and composite materials comprising a silicon-containing compound having a chemical linker that forms a non-covalent bond with a polymer.”, invenção de Ippoliti; J. Thomas. A disseminação de depósitos ocorreu logo nos anos seguintes. No ano de 2010 se encontra o maior número de depósitos.

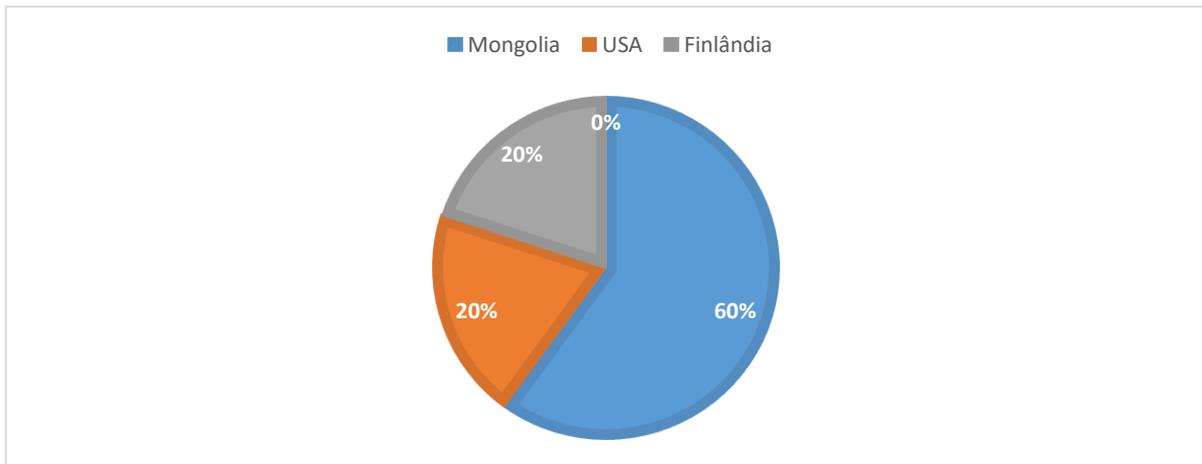
**Figura 1:** Patente depositada por ano, com Biomaterials and hybrids and “organic-inorganic” and applications como palavras-chaves.



Fonte: Autoria própria (2020). Banco de dados: USPTO.

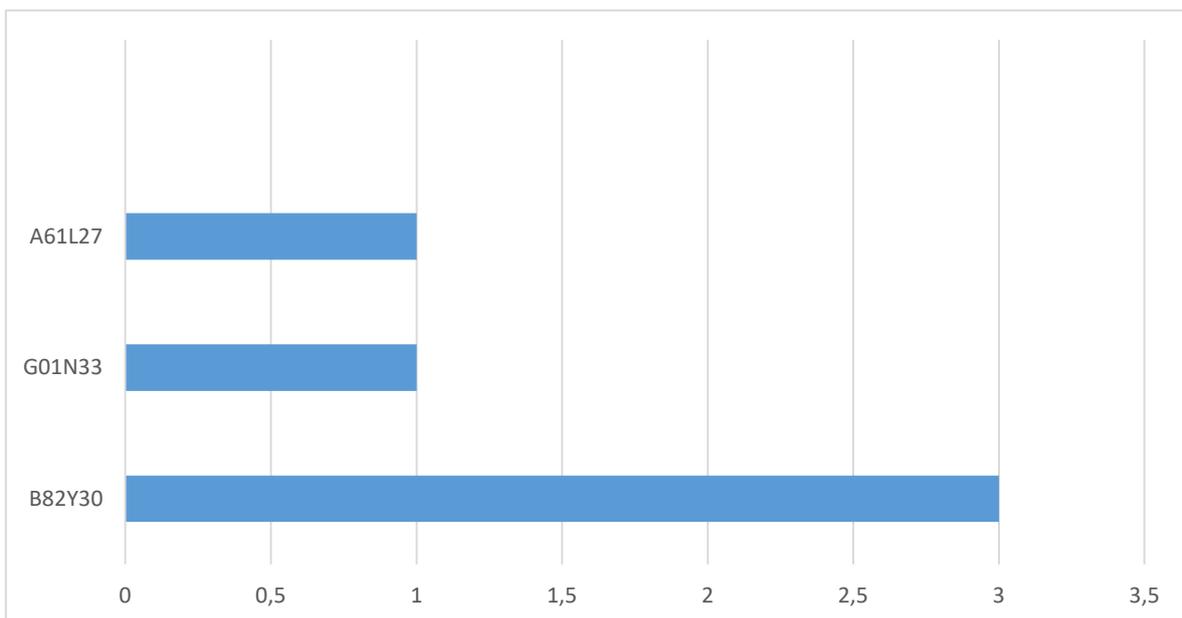
Na figura mostra a quantidade de patentes depositadas por países, podendo perceber que a Mongólia é a maior detentora de patentes relacionada biomateriais híbridos totalizando 3 depósitos. Seguido de Finlândia e Estados Unidos com 1 patentes depositadas em cada.

**Figura 2:** Patentes depositadas por país, Biomaterials and hybrids and “organic-inorganic” and applications como palavras-chaves.



**Fonte:** Autoria própria (2020). Banco de dados: USPTO.

**FIGURA 3:** Classificação internacional das patentes depositadas, com “Biomaterials and hybrids and “organic-inorganic” and applications” como palavras-chaves.



**FONTE:** Autoria própria (2020). Banco de dados USPTO.

Um quesito importante na busca de depósitos de patentes é a Classificação Internacional de Patentes (CIP), que é a base para a elaboração de estatísticas sobre propriedade industrial, que permitam a avaliação do desempenho tecnológico em diversas áreas. A figura revela as principais classificações internacionais de cada patente deposita no USPTO. As principais CIP encontradas foram: G01N33, referente a grande área de análise e investigação de materiais;

B82Y30, referente a nanotecnologia na ciência dos materiais e A61L27 que se refere aos aspectos químicos dos materiais.

#### 4. Conclusão

Os dados apresentados com a prospecção mostraram que o uso biomaterial híbridos bioativos já é conhecido e já possuem estudos sobre o assunto, porem possui poucas patentes depositadas, tornando essa área de aplicação inovadora. A disseminação desses materiais é de suma importância devido a sua grande relevância em aplicações tecnológicas na área de implantes que ocorrem relacionados com a saúde humana. O país que mais possui patentes depositadas é a Mongólia quando relacionadas a pesquisa, as patentes encontradas nessa área são a respeito dos aspectos químicos dos materiais.

A classificação internacional abrangeu a área de biomateriais relacionados com nanotecnologia. Ao realizar a busca com os termos “Biomaterials and hybrids and “organic-inorganic” and applications” foi possível encontrar 5 patentes que correlacione aos termos, neste sentido, considera-se importante a disseminação dessa tecnologia.

#### 5. Referências

PEREIRA, Ana Paula V.; VASCONCELOS, Wander L.; ORÉFICE, Rodrigo L. **Novos biomateriais: híbridos orgânico-Inorgânicos bioativos**. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v. 9, n. 4, p. 104-109, 1999.

HENC, L. L. - **Bioceramics: from concept to clinic**. J. Am. Ceram. Soc., 74, n. 7, 1487-510, (1991).

BRENNAN, A. B.; Miller, T. M. - **Glasses, organiceinorganic hybrids**. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology 4 ed, Volume No. 12, Ed. John Wiley & Sons, Inc. (1994)

GUASTALDI, A. C.; **Metal & Mater**. 2003, 59, 442.

## Capítulo 7

### BIOMATERIAIS APLICADOS EM CIRURGIA CRANIOMAXILOFACIAL

Millena de Cassia Sousa e Silva, Yvo Borges da Silva, Valdivânia Albuquerque do Nascimento

#### RESUMO

Biomateriais são materiais que podem ser implantados para substituir ou reparar tecidos em falta. A seleção dos materiais adequados ao desenvolvimento de implantes requer cumprir alguns critérios, cujos efeitos sobre o corpo humano têm que ser o mínimo possível. Os fatores de maior relevância devem ser estudados em detalhes, tais com: biocompatibilidade, biodegradabilidade e biorreabsorvibilidade, Os materiais biodegradáveis, como os polímeros, podem ser decompostos naturalmente e seus produtos permanecerão dentro do corpo humano. Os materiais biorreabsorvíveis são degradados após um período de tempo e os produtos resultantes são atóxicos para efeitos de eliminação gradativa e/ou pelo metabolismo, a utilização de materiais sintéticos evita o uso de enxertos com tecidos alogênicos a partir de um banco de tecidos.. Para conhecimento de dados científicos, realizou-se busca de patentes nas bases de patentes no European Patent Office (EPO), United States Patent and Trademark (USPTO), World Intellectual Property Organization (WIPO) e no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) do Brasil. Para os termos: “*biomaterials, surgery, applications, craniomaxillofacial*” foram encontrados 0 patentes na base WIPO, 1 na base dos Estados Unidos (USPTO), 130 patentes na base europeia ESPACENET, e nenhuma na base brasileira INPI, totalizando 131 patentes. A classificação internacional (CIP) abrangeu diversas áreas as principais com maior quantidade de patentes relacionadas encontradas foram: A61L27, sobre materiais empregados para o desenvolvimento de próteses ou revestimento das mesmas. Com a busca de anterioridade foi possível perceber o quão importante é o uso dos biomateriais em cirurgias, esse tipo de material é conhecido e já começa a ser explorado.

Palavras-chaves: Biomateriais; cirurgia e biocompatibilidade.

#### 1. Introdução

A definição mais aceita sobre biomateriais o define como qualquer material, natural ou artificial, que compreende o todo ou uma parte de uma estrutura viva ou um dispositivo biomédico que executa, acrescenta ou substitui uma função natural. Os biomateriais são utilizados rotineiramente em aplicações médicas, tais como distribuição de drogas, engenharia de tecidos, dispositivos para terapias (CHIM, 2009).

A seleção dos materiais adequados ao desenvolvimento de implantes requer cumprir alguns critérios, cujos efeitos sobre o corpo humano têm que ser o mínimo possível. Os fatores de maior relevância devem ser estudados em detalhes, tais com: biocompatibilidade, biodegradabilidade e biorreabsorvibilidade, taxa de degradação, tamanho de poro e morfologia da superfície (CHEUNG, 2007).

A biocompatibilidade desempenha um papel chave, o que garante que os materiais são seguros para uso dentro do corpo humano e nos fluidos endógenos. Os materiais biocompatíveis são definidos como aqueles que não induzem nenhuma resposta inflamatória, devem possuir extrema imunogenicidade ou citotoxicidade para as células nativas, tecidos ou órgãos vivos (RODRIGUEZ, 2008).

Os materiais biodegradáveis, como os polímeros, podem ser decompostos naturalmente e seus produtos permanecerão dentro do corpo humano. Os materiais biorreabsorvíveis são degradados após um período de tempo e os produtos resultantes são atóxicos para efeitos de eliminação gradativa e/ou pelo metabolismo. As vantagens do uso de polímeros biodegradáveis em relação aos materiais metálicos tradicionais incluem a redução da capacidade de tensão acumulada, o alívio de dores e a eliminação da necessidade da segunda cirurgia para a remoção dos implantes metálicos. A degradação depende diretamente das características da superfície do material, tais como a área superficial e sua porosidade. Grande número de poros é capaz de melhorar o transporte de massa e a neovascularização dentro dos implantes, enquanto poros de diâmetro menores promovem maior razão área por volume. Além do ajuste do tamanho do poro, sua forma também é essencial para a eficiência da regeneração do tecido (RODRIGUEZ, 2008).

O uso combinado de sistemas reabsorvíveis e não reabsorvíveis em pacientes de trauma facial promove boa estabilização e restauração do contorno sem enxertos de osso cranial e reduz a quantidade de materiais aloplásticos permanentes. Ainda há uma vantagem adicional devido à diminuição de artefatos no diagnóstico por imagens quando tal avaliação se faz necessária. O uso dos biomateriais para implantes é parte integral da cirurgia facial reconstrutiva e estética (MAJEWSKI, 2002).

## 2. Metodologia

A prospecção tecnológica foi realizada com base nos pedidos de patentes depositados no European Patent Office (EPO), na World Intellectual Property Organization (WIPO), no United States Patent and Trademark Office (USPTO) e no banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI).

A pesquisa foi realizada em janeiro de 2020 e foram utilizados como palavras-chave os termos “*biomateriais, cirurgia, aplicações, ccraniomaxilofacial*”, em português e “*biomaterials, surgery, applications, ccraniomaxillofacial*”, em inglês. Os termos em inglês foram utilizados para as bases internacionais, enquanto que os termos em português foram utilizados para a busca de documentos em base nacional, sendo considerados válidos os documentos que apresentassem esses termos no título e/ou resumo.

Para a verificação da evolução anual de depósito de patentes, foi realizado uma busca de patentes depositadas por ano. Também foi realizado a avaliação da distribuição de patentes por país depositário e por Classificação Internacional de Patentes (CIP). Foram analisados todos os pedidos de patente existentes até o presente momento.

## 3. Resultados e Discussão

Ao final da realização da pesquisa foi possível construir a seguinte tabela com as quantidades de patentes encontradas nos bancos de dados utilizados e citados anteriormente (EPO, USPTO, WIPO, INPI), com base nos dados encontrados foi possível criar gráficos para analisar de forma clara e concisa os resultados obtidos. Foram gerados gráficos relacionados aos países nos quais as patentes foram depositadas, ao ano de publicação dessas patentes e de acordo com a classificação internacional. Ao utilizar todas as palavras chaves encontrou-se 131 depósitos, elas foram encontradas majoritariamente no banco de dados EPO, mostrando que a aplicação dessa tecnologia já está em desenvolvimento. Os gráficos gerados são das patentes encontradas utilizando “*Biomaterials and surgery and applications*” na base WIPO. A patente encontrada utilizando todas as palavras-chave na base USPTO foi depositada nos Estados Unidos em 2015.

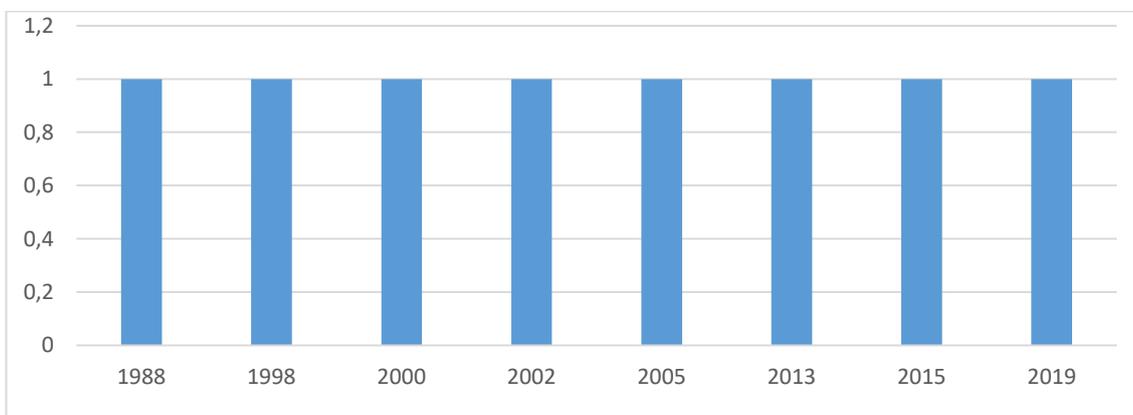
Tabela 1: Palavras chave utilizadas na busca de patentes.

Palavras-chave	EPO	WIPO	USPTO	INPI
<i>biomaterials</i>	55683	4868	436	99
<i>Biomaterials and surgery</i>	16391	191	197	5
<i>Biomaterials and surgery and applications</i>	12162	8	179	1
<i>Biomaterials and surgery and applications and ccraniomaxillofacial</i>	130	0	1	0

Fonte: Autoria própria (2020).

Foi realizada uma busca de patentes depositadas de acordo com seu ano de publicação, com o objetivo de verificar a evolução anual em depósito. Na figura 1 é possível verificar que a primeira patente foi depositada em 1988. Percebe-se que os pedidos de depósitos já ocorriam antes do século XX, provando ser uma área de grande desenvolvimento científico e tecnológico. Nos anos seguintes ainda foram encontradas patentes depositadas mesmo que em pouca quantidade.

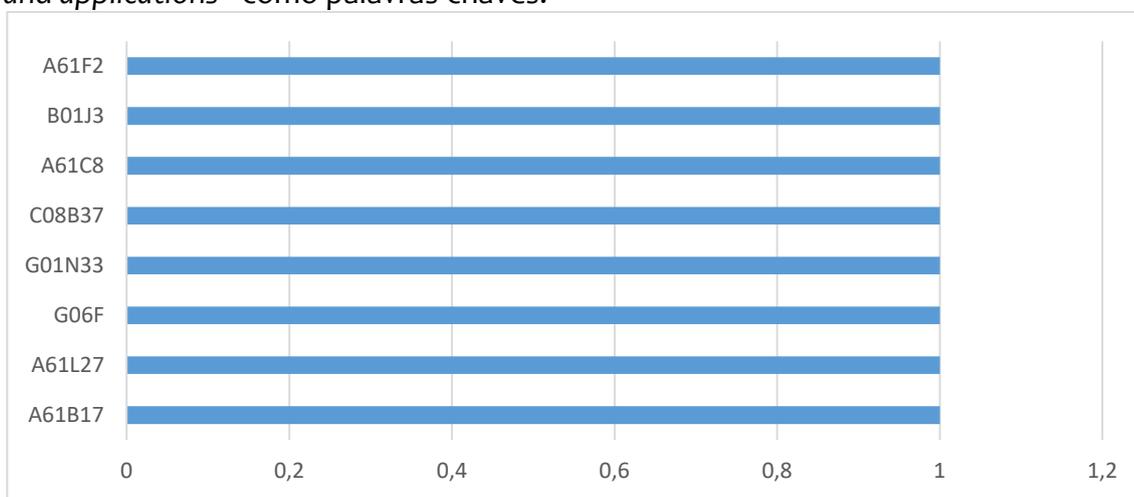
Figura 1: Patente depositada por ano, com *Biomaterials and surgery and applications” and applications* como palavras-chaves.



Fonte: Autoria própria (2020). Banco de dados: WIPO.

Um quesito importante na busca de depósitos de patentes é a Classificação Internacional de Patentes (CIP), que é a base para a elaboração de estatísticas sobre propriedade industrial, que permitam a avaliação do desempenho tecnológico em diversas áreas. A figura 2 revela as principais classificações internacionais de cada patente depositada no WIPO. As principais CIP encontradas foram: A61L27, sobre materiais empregados para o desenvolvimento de próteses ou revestimento das mesmas, A61B17, refere-se materiais para próteses. Cada patente estava direcionada a uma classificação distinta porém dentro do assunto avaliado.

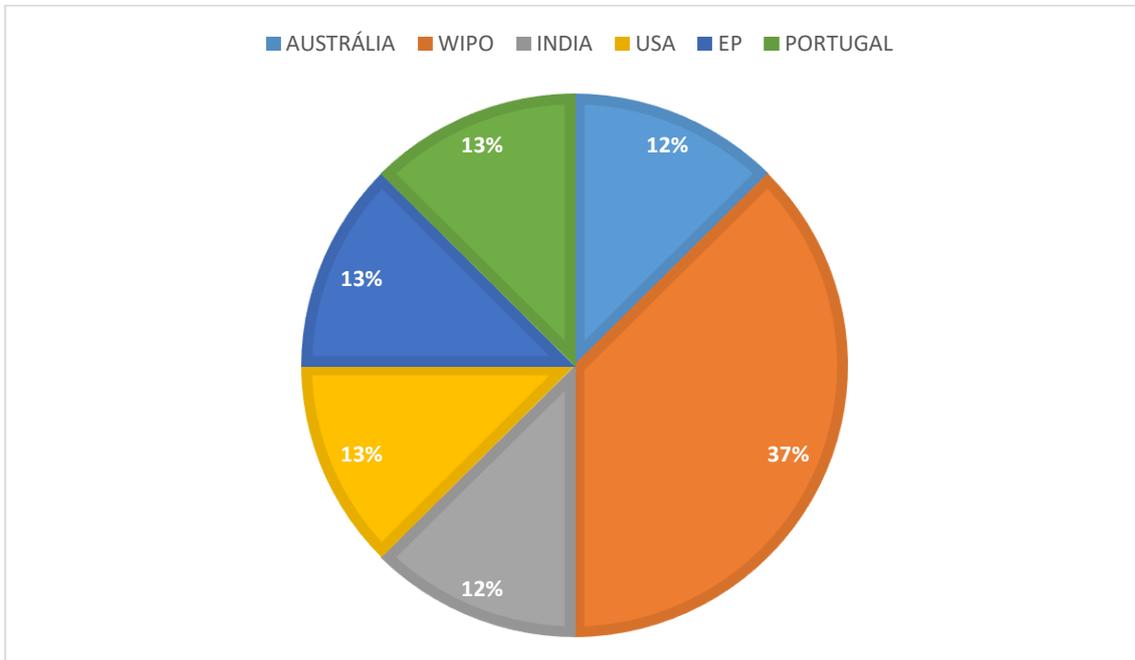
**FIGURA 2:** Classificação internacional das patentes depositadas, com “*Biomaterials and surgery and applications*” como palavras-chaves.



**FONTE:** Autoria própria (2020). Banco de dados WIPO.

Na figura 3 está o gráfico referente a quantidades de Patentes depositadas por Países, podemos perceber que o país que mais possui número de patentes depositadas referente a biomateriais para cirurgias craniomaxilofaciais é os Estados Unidos, provavelmente por ser uma potência mundial e muito presente na tecnologia mundial e também por ter sido o primeiro país a começar a depositar patentes nessa área.

**Figura 3:** Patentes depositadas por país, *Biomaterials and surgery and applications*” and applications como palavras-chaves.



**FONTE:** Autoria própria (2020). Banco de dados WIPO.

#### 4. Conclusão

Os dados apresentados com a prospecção mostraram que o uso biomateriais em cirurgia faciais já é conhecido e já possuem estudos sobre o assunto, porém possui poucas patentes depositadas, tornando essa área de aplicação inovadora. A disseminação desses materiais é de suma importância devido a sua grande relevância em aplicações tecnológicas na área de implantes, enxertos e cirurgias que ocorrem relacionados com a saúde humana. O país que mais possui patentes depositadas é o Estados Unidos quando relacionadas a pesquisa, as patentes encontradas nessa área são a respeito dos aspectos químicos dos materiais destinado a próteses e proteção de próteses.

A classificação internacional abrangeu a área de biomateriais relacionados com nanotecnologia e próteses. Ao realizar a busca com os termos *“Biomaterials and surgery and applications and craniomaxillofacial”* foi possível encontrar 131 patentes que correlacione aos

termos, neste sentido, considera-se importante a disseminação dessa tecnologia devido ao número de trabalhos já desenvolvidos na área.

## 5. Referências

Chim H, Gosain AK. Biomaterials in craniofacial surgery: experimental studies and clinical application. *J Craniofac Surg.* 2009;20(1):29-33.

Cheung H, Lau K, Lu T, Hui D. A critical review on polymer-based bio-engineered materials for scaffold development. *Composites Part B.* 2007;38:291-300

Anderson JM, Rodriguez A, Chang DT. Foreign body reaction to biomaterials. *Semin Immunol.* 2008;20(2):86-100.)

Majewski WT, Yu JC, Ewart C, Aguilon A. Posttraumatic craniofacial reconstruction using combined resorbable and nonresorbable fixation systems. *Ann Plast Surg.* 2002;48(5):471-6.)

Rah DK. Art of replacing craniofacial bone defects. *Yonsei Med J.* 2000;41(6):756-65.

Aitasalo KM, Peltola MJ. Bioactive glass hydroxyapatite in fronto-orbital defect reconstruction. *Plast Reconstr Surg.* 2007;120(7):1963-72.

## Capítulo 8

### IMPLANTES OSSEOINTEGRADOS E ENXERTOS OSSEO

Millena de Cassia Sousa e Silva, Yvo Borges da Silva, Valdivânia Albuquerque do Nascimento

#### RESUMO

Ao longo dos anos, os implantes sofreram alterações na forma, dimensões e tratamento da superfície, podendo ser encontrados no mercado em diversas designações comerciais. Osseointegração é um termo que pode ser utilizado para descrever a ancoragem de um implante endósseo, suficiente para suportar cargas funcionais. O processo de osseointegração pode ser subdividido em três fases distintas, mas que se sobrepõem em algum momento: osteocondução, formação óssea e remodelação óssea. Para conhecimento de dados científicos, realizou-se busca de patentes nas bases de patentes no European Patent Office (EPO), United States Patent and Trademark (USPTO), World Intellectual Property Organization (WIPO) e no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) do Brasil. Para os termos: “*implant and osseointegrated and graft and bone*” foram encontrados o patentes na base WIPO, 67 na base dos Estados Unidos (USPTO), 95 patentes na base europeia ESPACENET, e nenhuma na base brasileira INPI, totalizando 162 patentes. A classificação internacional (CIP) abrangeu diversas áreas. As principais CIP encontradas foram: A61C8 referente a meios destinados a serem fixos ao maxilar para consolidar dentes naturais ou para nele fixar próteses dentárias; Implantes dentários; Ferramentas para implantes, A61C13, sobre Próteses dentárias; Métodos para fabricá-las, A61K6, sobre fixação das próteses dentárias na boca usando folhas adesivas ou composições adesivas. Com a busca de anterioridade foi possível perceber o quão importante é o uso dos biomateriais em cirurgias, esse tipo de material é conhecido e já começa a ser explorado.

Palavras-chaves: Biomateriais; cirurgia e biocompatibilidade.

#### 1. Introdução

Osseointegração é um termo que pode ser utilizado para descrever a ancoragem de um implante endósseo, suficiente para suportar cargas funcionais. Os atuais implantes osseointegráveis começaram a ser desenvolvidos em 1956 e foram avaliados clinicamente a partir de 1965. Ao longo dos anos, os implantes sofreram alterações na forma, dimensões e tratamento da superfície, podendo ser encontrados no mercado em diversas designações comerciais (BRANEMARK, 1969).

Dentre os materiais utilizados em aplicações biomédicas, como implantes endósseos, destaca-se o titânio. O titânio é um biomaterial que possui excelente resistência à corrosão, não apresenta resposta biológica adversa, não é tóxico, carcinogênico, mutagênico (BRANEMARK, 1995)

A biodinâmica dos implantes osseointegráveis depende de fatores relacionados ao implante, à técnica empregada, ao estado de saúde do hospedeiro e aos cuidados pós-cirúrgicos. Quanto aos parâmetros relacionados aos implantes, destacam-se o material usado na fabricação, desenho, acabamento superficial e tipo de superfície; ao profissional cabe o emprego de técnica cirúrgica para controle traumático e estabilidade primária para evitar desenvolvimento de tecido conjuntivo (Albrektsson, 1981)

O processo de osseointegração pode ser subdividido em três fases distintas, mas que se sobrepõem em algum momento: osteocondução, formação óssea e remodelação óssea. O processo de osteocondução foi definido como sendo o recrutamento e a migração de células osteogênicas para a superfície de um implante. O tecido ósseo é composto por uma matriz extracelular mineralizada de colágeno e contém osteócitos em sua estrutura. No entanto, os osteoblastos, antes de sua completa diferenciação, elaboram uma matriz extracelular mineralizada que não contém colágeno. Funcionalmente, ancoragem representa a resistência de um implante endo-ósseo contra remoção. Pode-se imaginar que espaços vazios de qualquer tamanho e forma na superfície do implante, que permitam a deposição de tecido ósseo em seu interior, irão oferecer algum tipo de resistência à remoção do implante (Davies, 2003).

## 2. Metodologia

A prospecção tecnológica foi realizada com base nos pedidos de patentes depositados no European Patent Office (EPO), na World Intellectual Property Organization (WIPO), no United States Patent and Trademark Office (USPTO) e no banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI).

A pesquisa foi realizada em janeiro de 2020 e foram utilizados como palavras-chave os termos “*implante, osseointegrado, enxerto e osseo*”, em português e “*implant and osseointegrated and graft and bone*”, em inglês. Os termos em inglês foram utilizados para as bases internacionais, enquanto que os termos em português foram utilizados para a busca de

documentos em base nacional, sendo considerados válidos os documentos que apresentassem esses termos no título e/ou resumo.

Para a verificação da evolução anual de depósito de patentes, foi realizado uma busca de patentes depositadas por ano. Também foi realizado a avaliação da distribuição de patentes por país depositário e por Classificação Internacional de Patentes (CIP). Foram analisados todos os pedidos de patente existentes até o presente momento.

### 3. Resultados e Discussão

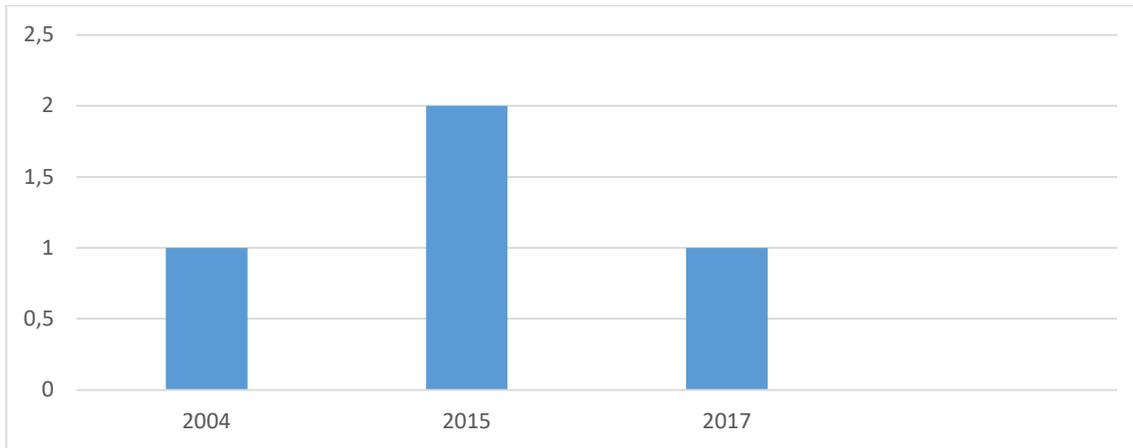
Ao final da realização da pesquisa foi possível construir a seguinte tabela com as quantidades de patentes encontradas nos bancos de dados utilizados e citados anteriormente (EPO, USPTO, WIPO, INPI), com base nos dados encontrados foi possível criar gráficos para analisar de forma clara e concisa os resultados obtidos. Foram gerados gráficos relacionados aos países nos quais as patentes foram depositadas, ao ano de publicação dessas patentes e de acordo com a classificação internacional. Ao utilizar todas as palavras chaves encontrou-se 162 depósitos, 95 encontradas no banco de dados EPO e 67 no banco USPTO, mostrando que a aplicação dessa tecnologia já está em desenvolvimento. Os gráficos gerados são das patentes encontradas utilizando “*implant and osseointegrated and graft*” na base WIPO.

Tabela 1: Palavras chave utilizadas na busca de patentes.

Palavras-chave	EPO	WIPO	USPTO	INPI
<i>implant</i>	286094	94712	19843	1704
<i>implant and osseointegrated</i>	1157	112	379	0
<i>implant and osseointegrated and graft</i>	231	4	100	0
<i>implant and osseointegrated and graft and bone</i>	95	0	67	0

**Fonte:** Autoria própria (2020).

Foi realizada uma busca de patentes depositadas de acordo com seu ano de publicação, com o objetivo de verificar a evolução anual em depósito. Na figura 1 é possível verificar que a primeira patente foi depositada em 2004. Percebe-se que os pedidos de depósitos ocorreram depois do século XX, provando ser uma área de grande desenvolvimento científico e tecnológico. Nos anos seguintes ainda foram encontradas patentes depositadas mesmo que em pouca quantidade.

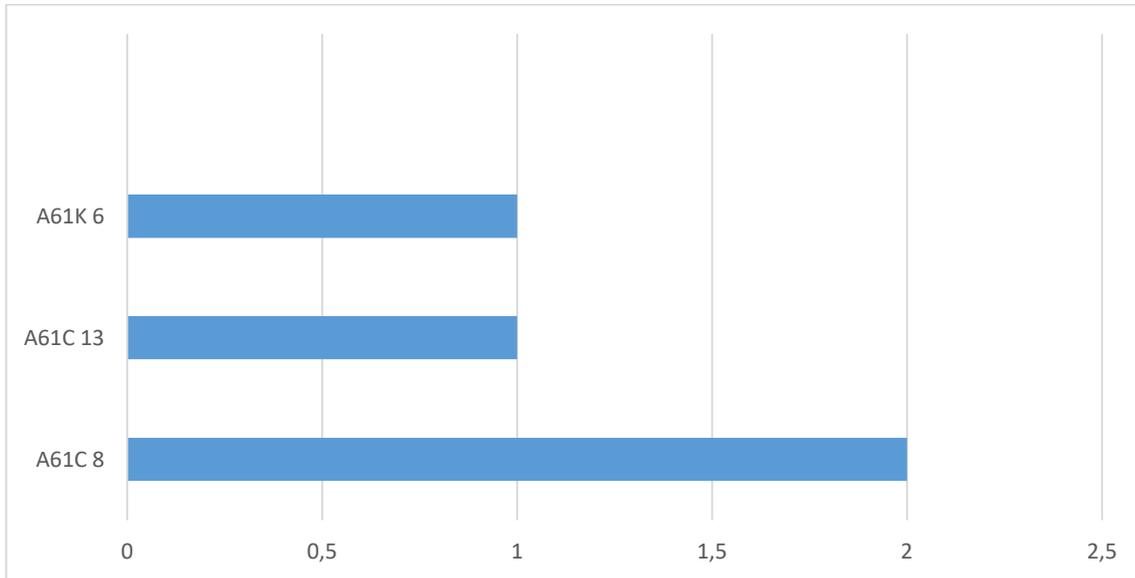


**Figura 1:** Patente depositada por ano, com *implant and osseointegrated and graft* como palavras-chaves.

**Fonte:** Autoria própria (2020). Banco de dados: WIPO.

Um quesito importante na busca de depósitos de patentes é a Classificação Internacional de Patentes (CIP), que é a base para a elaboração de estatísticas sobre propriedade industrial, que permitam a avaliação do desempenho tecnológico em diversas áreas. A figura 2 revela as principais classificações internacionais de cada patente depositada no WIPO. As principais CIP encontradas foram: A61C8 referente a meios destinados a serem fixos ao maxilar para consolidar dentes naturais ou para nele fixar próteses dentárias; Implantes dentários; Ferramentas para implantes, A61C13, sobre Próteses dentárias; Métodos para fabricá-las, A61K6, sobre fixação das próteses dentárias na boca usando folhas adesivas ou composições adesivas. Cada patente estava direcionada a uma classificação distinta porém dentro do assunto avaliado.

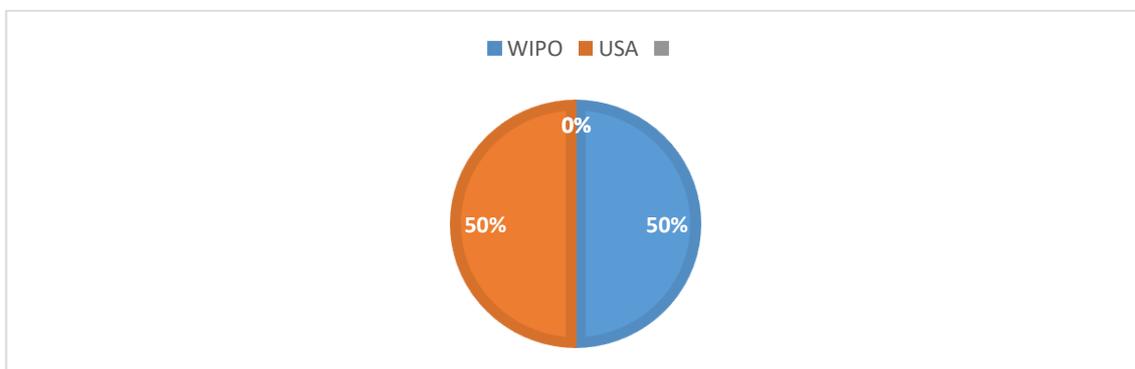
**FIGURA 2:** Classificação internacional das patentes depositadas, com “*implant and osseointegrated and graft*” como palavras-chaves.



**FONTE:** Autoria própria (2020). Banco de dados WIPO.

Na figura 3 está o gráfico referente a quantidades de Patentes depositadas por Países, podemos perceber que o país que mais possui número de patentes depositadas referente a biomateriais para cirurgias craniomaxilofaciais é os Estados Unidos, entretanto a base WIPO foram encontradas 2 patentes assim como em USA onde foram encontradas duas patentes provavelmente por ser uma potência mundial e muito presente na tecnologia mundial.

**Figura 2:** Patentes depositadas por país, *implant and osseointegrated and graft* como palavras-chaves.



**FONTE:** Autoria própria (2020). Banco de dados WIPO.

#### 4. Conclusão

Os dados apresentados com a prospecção mostraram que o uso implantes osseointegrados já é conhecido e já possuem estudos sobre o assunto, porém possui poucas patentes depositadas, tornando essa área de aplicação inovadora. A disseminação desses materiais é de suma importância devido a sua grande relevância em aplicações tecnológicas na área de implantes, e cirurgias que ocorrem relacionados com a saúde humana. O país que mais possui patentes depositadas é o Estados Unidos quando relacionadas a pesquisa, as patentes encontradas nessa área são a respeito dos aspectos químicos dos materiais destinado a próteses e proteção de próteses.

A classificação internacional abrangeu a área de biomateriais relacionados com o foco principalmente em próteses. Ao realizar a busca com os termos “*implant and osseointegrated and graft and bone*” foi possível encontrar 162 patentes que correlacione aos termos, neste sentido, considera-se importante a disseminação dessa tecnologia devido ao número de trabalhos já desenvolvidos na área.

#### 5. Referências

Brånemark P-I. Intra-ósseos anchorage of dental prostheses. Experimental studies. Scand J Plast Reconstr Surg 1969;3:81-100.

Brånemark P-I. Introduction to osseointegration. In: Brånemark PI. Tissue: integrated prostheses, osseointegration in clinical dentistry. Chicago: Quintessence Books; 1995. p.11-76.

3. Albrektsson T, Brånemark PI, Hansson HA. Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. Acta Orthop Scand 1981;52:155-70.

Davies JE. Mechanisms of endosseous integration. Int J Prosthodont 1998;11(5):391-401. 9.

Davies JE. Understanding peri-implant endosseous healing. J Dent Educ. 2003;67(8):932-49.

## Capítulo 9

### BIOMATERIAIS À BASE DE POLÍMEROS NATURAIS

Millena de Cassia Sousa e Silva, Yvo Borges da Silva, Valdivânia Albuquerque do Nascimento

#### RESUMO

Ao longo dos anos, os implantes sofreram alterações na forma, dimensões e tratamento da superfície, a biocompatibilidade é um dos principais fatores correlacionados com o sucesso da aplicação clínica dos biomateriais e, desta forma, um dos pontos desafiadores no desenvolvimento destes produtos. Em algumas aplicações, a biodegradação do biomaterial, também, influencia a resposta tecidual. Dentre os materiais utilizados como implantes, os polímeros apresentam grande potencial de uso, pois são, geralmente, fáceis de produzir, manusear e apresentam características mecânicas semelhantes aos dos materiais biológicos. Os biomateriais podem ser produzidos a partir de diferentes matérias-primas como metais, cerâmicas e polímeros, onde os polímeros, por apresentarem boa biocompatibilidade; flexibilidade; biodegradação, que gera produtos atóxicos que podem ser eliminados por vias metabólicas normais; processabilidade; e baixo custo, são os mais versáteis. Para conhecimento de dados científicos, realizou-se busca de patentes nas bases de patentes no European Patent Office (EPO), United States Patent and Trademark (USPTO), World Intellectual Property Organization (WIPO) e no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) do Brasil. Para os termos: “*biomaterials and polymers naturals*” foram encontrados 11 patentes na base WIPO, 218 na base dos Estados Unidos (USPTO), 19678 patentes na base europeia ESPACENET, e nenhuma na base brasileira INPI, totalizando 19907 patentes. A classificação internacional (CIP) abrangeu diversas áreas. As principais CIP encontradas foram: C08B3 referente a preparação de polissacarídeos na utilização de biomateriais; e A61L27, sobre a produção de próteses e de materiais para o revestimento de próteses. Com a busca de anterioridade foi possível perceber o quão importante é o uso dos biomateriais em cirurgias, esse tipo de material é bastante conhecido e explorado.

Palavras-chaves: Biomateriais; polímeros; materiais.

#### 1. Introdução

A grande maioria dos polímeros convencionais é produzida a partir de derivados do petróleo. Apresentam características vantajosas como durabilidade, estabilidade estrutural, processabilidade, baixo custo e resistência química, física, à umidade e à deterioração biológica. A biocompatibilidade é um dos principais fatores correlacionados com o sucesso da aplicação clínica dos biomateriais e, desta forma, um dos pontos desafiadores no

desenvolvimento destes produtos. Em algumas aplicações, a biodegradação do biomaterial, também, influencia a resposta tecidual (SCHNEIDER et al., 2011).

Os biomateriais podem ser produzidos a partir de diferentes matérias-primas como metais, cerâmicas e polímeros; e disponibilizados em diferentes formatos e formas de apresentação, tais como adesivos, géis, cilindros, discos, microesferas, grânulos, filmes, membranas (MARTIN, 2000). Os polímeros, por apresentarem boa biocompatibilidade; flexibilidade; biodegradação, que gera produtos atóxicos que podem ser eliminados por vias metabólicas normais; processabilidade; e baixo custo, são os mais versáteis.

Em aplicações biomédicas, de acordo com seu comportamento após implantação in vivo, os biomateriais poliméricos podem ser classificados como biodegradáveis e não biodegradáveis (TAVARES, 2011). Devido à versatilidade de biomateriais produzidos e, também, em função do baixo custo de produção em relação aos outros tipos. Desta forma, são promissores em diferentes aplicações como, por exemplo, na preparação de cosméticos; em sistemas de liberação controlada de droga; em adesivos médicos têxteis; e na regeneração óssea (ALMEIDA, 2010).

## 2. Metodologia

A prospecção tecnológica foi realizada com base nos pedidos de patentes depositados no European Patent Office (EPO), na World Intellectual Property Organization (WIPO), no United States Patent and Trademark Office (USPTO) e no banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI).

A pesquisa foi realizada em janeiro de 2020 e foram utilizados como palavras-chave os termos “*biomateriais e polímeros naturais*”, em português e “*biomaterials and polymers naturals*”, em inglês. Os termos em inglês foram utilizados para as bases internacionais, enquanto que os termos em português foram utilizados para a busca de documentos em base nacional, sendo considerados válidos os documentos que apresentassem esses termos no título e/ou resumo.

Para a verificação da evolução anual de depósito de patentes, foi realizado uma busca de patentes depositadas por ano. Também foi realizado a avaliação da distribuição de patentes por

país depositário e por Classificação Internacional de Patentes (CIP). Foram analisados todos os pedidos de patente existentes até o presente momento.

### 3. Resultados e Discussão

Ao final da realização da pesquisa foi possível construir a seguinte tabela com as quantidades de patentes encontradas nos bancos de dados utilizados e citados anteriormente (EPO, USPTO, WIPO, INPI), com base nos dados encontrados foi possível criar gráficos para analisar de forma clara e concisa os resultados obtidos. Foram gerados gráficos relacionados aos países nos quais as patentes foram depositadas, ao ano de publicação dessas patentes e de acordo com a classificação internacional. Ao utilizar todas as palavras chaves foram encontradas 11 patentes na base WIPO, 218 na base dos Estados Unidos (USPTO), 19678 patentes na base europeia ESPACENET, e nenhuma na base brasileira INPI, totalizando 19907 patentes, mostrando que a aplicação dessa tecnologia já está em desenvolvimento. Os gráficos gerados são das patentes encontradas utilizando “*biomaterials and polymers naturals*” na base WIPO.

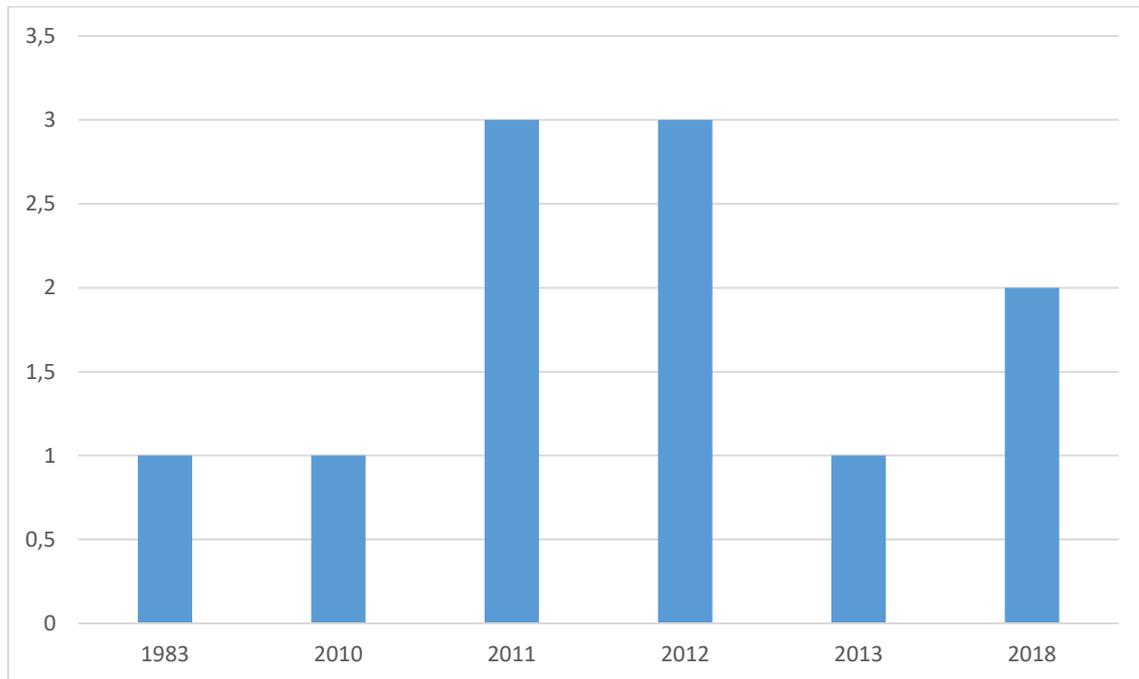
Tabela 1: Palavras chave utilizadas na busca de patentes.

Palavras-chave	EPO	WIPO	USPTO	INPI
<i>biomaterials</i>	55764	4873	436	99
<i>biomaterials and polymers naturals</i>	19678	11	218	0

**Fonte:** Autoria própria (2020).

Foi realizada uma busca de patentes depositadas de acordo com seu ano de publicação, com o objetivo de verificar a evolução anual em depósito. Na figura 1 é possível verificar que a primeira patente foi depositada em 2014. Percebe-se que os pedidos de depósitos ocorreram depois do século XX, provando ser uma área de grande desenvolvimento científico e tecnológico. Nos anos seguintes ainda foram encontradas patentes depositadas mesmo que em pouca quantidade.

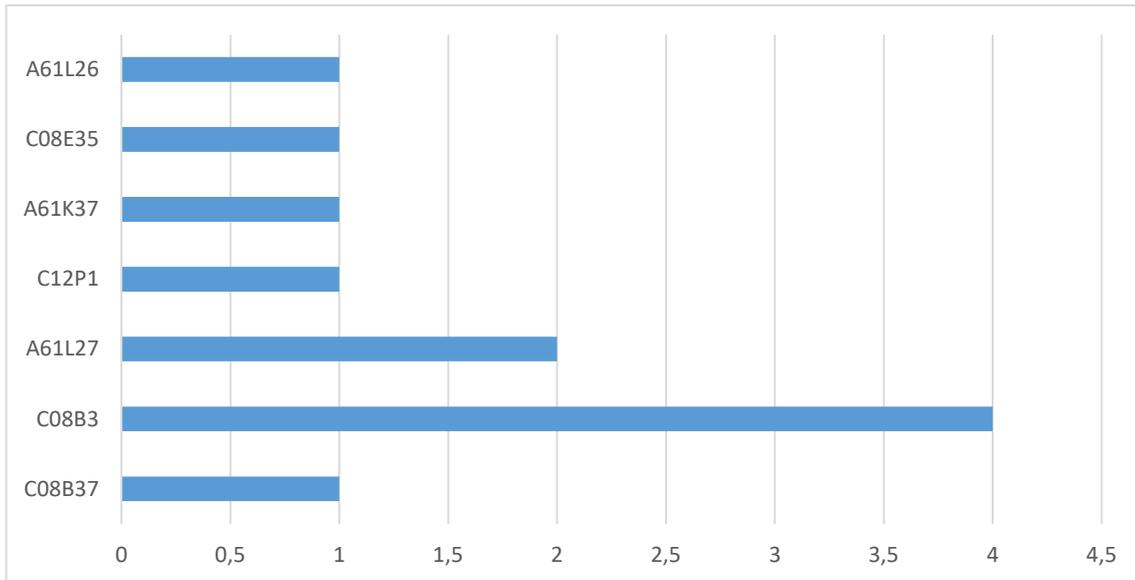
**Figura 1:** Patente depositada por ano, com *biomaterials and polymers naturals* como palavras-chaves.



**Fonte:** Autoria própria (2020). Banco de dados: WIPO.

Um quesito importante na busca de depósitos de patentes é a Classificação Internacional de Patentes (CIP), que é a base para a elaboração de estatísticas sobre propriedade industrial, que permitam a avaliação do desempenho tecnológico em diversas áreas. A figura 2 revela as principais classificações internacionais de cada patente depositada no WIPO. As principais CIP encontradas foram: C08B3 referente a preparação de polissacarídeos na utilização de biomateriais; e A61L27, sobre a produção de próteses e de materiais para o revestimento de próteses. Cada patente estava direcionada a uma classificação distinta porém dentro do assunto avaliado.

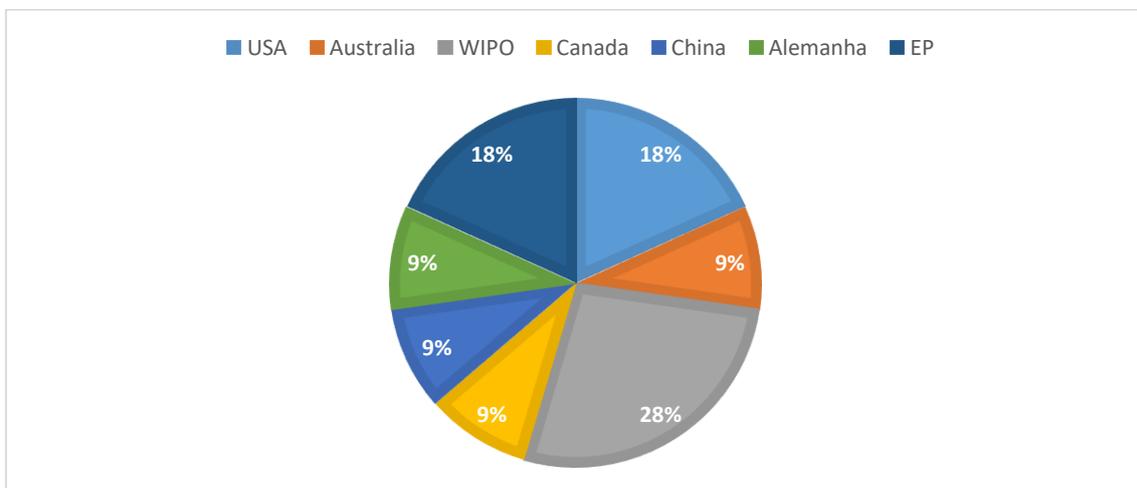
**Figura 2:** Patente depositada por CIP, com *biomaterials and polymers naturals* como palavras-chaves.



**Fonte:** Autoria própria (2020). Banco de dados: WIPO.

Na figura 3 está o gráfico referente a quantidades de Patentes depositadas por Países, podemos perceber que o único país que mais possui número de patentes depositadas referente a biomateriais polimericos é os Estados Unidos, provavelmente por ser uma potência mundial e muito presente na tecnologia mundial, seguido de três depósitos na WO, onde não é identificado o país.

**Figura 3:** Patente depositada por país, com *biomaterials and polymers naturals* como palavras-chaves.



**Fonte:** Autoria própria (2020). Banco de dados: WIPO.

#### 4. Conclusão

Os dados apresentados com a prospecção mostraram que o uso biomaterial poliméricos já é conhecido e já possuem estudos sobre o assunto, porém possui poucas patentes depositadas, tornando essa área de aplicação inovadora. A disseminação desses materiais é de suma importância devido a sua grande relevância em aplicações tecnológicas na área de implantes, e cirurgias que ocorrem relacionados com a saúde humana. O país que mais possui patentes depositadas é o Estados Unidos quando relacionadas a pesquisa, as patentes encontradas nessa área são a respeito da preparação de polissacarídeos utilizados em biomateriais com base em polímeros naturais.

A classificação internacional abrangeu a área de biomateriais relacionados com o foco principalmente em próteses. Ao realizar a busca com os termos “*biomaterials and polymers naturals*” foram encontrados 11 patentes na base WIPO, 218 na base dos Estados Unidos (USPTO), 19678 patentes na base europeia ESPACENET, e nenhuma na base brasileira INPI, totalizando 19907 patentes, mostrando que a aplicação dessa tecnologia já está em desenvolvimento que correlacione aos termos, neste sentido, considera-se importante a disseminação dessa tecnologia devido ao número de trabalhos já desenvolvidos na área.

#### 5. Referências

ALMEIDA, A.S. **Obtenção e caracterização de nanocompósitos de poli(l-lactídeo) e nanopartículas de argila sódica, argilas organofílicas e óxidos de sílica.** 2010. 132f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Polímeros) - Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

MARTIN, R.B. **Biomaterials.** In: Dorf RC. editor. The Engineering Handbook. Boca Raton: CRC Press LLC, 2000.

SCHNEIDER, T. et al. **Viability, adhesion and differentiated phenotype of articular chondrocytes on degradable polymers and electro-spun structures thereof.** Macromol. Symp. v. 309/310, p. 28-39, 2011.

TAVARES, V. A. C. D. B. **Matrizes de policaprolactona e quitosano para aplicação em**

**engenharia de tecidos.** 2011. 59f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2011.

## Capítulo 10

### BIOIMPRESSÃO 3D APLICADA NA FABRICAÇÃO DE SCAFFOLDS

Millena de Cassia Sousa e Silva, Yvo Borges da Silva, Valdivânia Albuquerque do Nascimento

#### RESUMO

A bioengenharia tecidual é um campo multidisciplinar que envolve a aplicação de princípios e métodos da engenharia e das ciências da saúde para assistir e acelerar a regeneração e o reparo de tecidos defeituosos ou danificados por meio de materiais específicos. Ao longo dos anos, os implantes sofreram alterações na forma, dimensões e tratamento da superfície, podendo ser encontrados no mercado em diversas designações comerciais. Dentre os materiais utilizados como implantes, os polímeros apresentam grande potencial de uso, pois são, geralmente, fáceis de produzir, manusear e apresentam características mecânicas semelhantes aos dos materiais biológicos. Os polímeros sendo sintéticos ou naturais, tem sido utilizados pela engenharia tecidual para o desenvolvimento de moldes conhecidos também como scaffolds, tridimensionais para confecção de cartilagens, ligamentos, meniscos e discos intervertebrais, particularmente os polímeros sintéticos biodegradáveis. Para conhecimento de dados científicos, realizou-se busca de patentes nas bases de patentes no European Patent Office (EPO), United States Patent and Trademark (USPTO), World Intellectual Property Organization (WIPO) e no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) do Brasil. Para os termos: “*bioprinting and applications and scaffolds*” foram encontrados 1 patentes na base WIPO, 4 na base dos Estados Unidos (USPTO), 361 patentes na base europeia ESPACENET, e nenhuma na base brasileira INPI, totalizando 366 patentes. Com a busca de anterioridade foi possível perceber o quão importante é o uso dos biomateriais em cirurgias, esse tipo de material é conhecido e já começa a ser explorado.

Palavras-chaves: Biomateriais; scaffolds, implantes.

#### 1. Introdução

Inicialmente o termo biomateriais define toda e qualquer substância ou combinação entre elas, sejam naturais ou não, desde que não sejam drogas ou fármacos, utilizados em aplicações biomédicas e que interagem com sistemas biológicos, que tratam, aumentam ou substituem quaisquer tecidos, órgãos ou funções do corpo de forma que esse material seja compatível com o sistema e atóxico (VON RECUM, 1995; PEREIRA, 2006; apud SANTOS 2011).

A bioengenharia tecidual é um campo multidisciplinar que envolve a aplicação de princípios e métodos da engenharia e das ciências da saúde para assistir e acelerar a regeneração e o reparo de tecidos defeituosos ou danificados por meio de materiais específicos. Essa área possui diversas aplicações e vários materiais possíveis de serem trabalhados. (TABATA, 2009; NAVARRO, 2008; apud SANTOS 2011).

Os polímeros sintéticos são geralmente degradados por hidrólise simples, enquanto que os polímeros naturais são principalmente degradados enzimaticamente. Os polímeros sendo sintéticos ou naturais, tem sido utilizados pela engenharia tecidual para o desenvolvimento de moldes conhecidos também como scaffolds, tridimensionais para confecção de cartilagens, ligamentos, meniscos e discos intervertebrais, particularmente os polímeros sintéticos biodegradáveis (TABATA, 2009)

Dentre os materiais utilizados como implantes, os polímeros apresentam grande potencial de uso, pois são, geralmente, fáceis de produzir, manusear e apresentam características mecânicas semelhantes aos dos materiais biológicos. Esse trabalho destina-se a utilizar materiais poliméricos na regeneração de tecidos e órgãos do corpo humano, de forma que a degradação do material não seja vista como um empecilho mas sim como algo benéfico.

## **2. Metodologia**

A prospecção tecnológica foi realizada com base nos pedidos de patentes depositados no European Patent Office (EPO), na World Intellectual Property Organization (WIPO), no United States Patent and Trademark Office (USPTO) e no banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI).

A pesquisa foi realizada em janeiro de 2020 e foram utilizados como palavras-chave os termos “*bioimpressão e aplicações e scaffolds*”, em português e “*bioprinting and applications and scaffolds*”, em inglês. Os termos em inglês foram utilizados para as bases internacionais, enquanto que os termos em português foram utilizados para a busca de documentos em base nacional, sendo considerados válidos os documentos que apresentassem esses termos no título e/ou resumo.

Para a verificação da evolução anual de depósito de patentes, foi realizado uma busca de patentes depositadas por ano. Também foi realizado a avaliação da distribuição de patentes por

país depositário e por Classificação Internacional de Patentes (CIP). Foram analisados todos os pedidos de patente existentes até o presente momento.

### 3. Resultados e Discussão

Ao final da realização da pesquisa foi possível construir a seguinte tabela com as quantidades de patentes encontradas nos bancos de dados utilizados e citados anteriormente (EPO, USPTO, WIPO, INPI), com base nos dados encontrados foi possível criar gráficos para analisar de forma clara e concisa os resultados obtidos. Foram gerados gráficos relacionados aos países nos quais as patentes foram depositadas, ao ano de publicação dessas patentes e de acordo com a classificação internacional. Ao utilizar todas as palavras chaves encontrou-se 366 depósitos, 361 encontradas no banco de dados EPO, 1 no WIPO e 4 no banco USPTO, mostrando que a aplicação dessa tecnologia já está em desenvolvimento. Os gráficos gerados são das patentes encontradas utilizando “*bioprinting and applications and scaffolds*” na base USPTO.

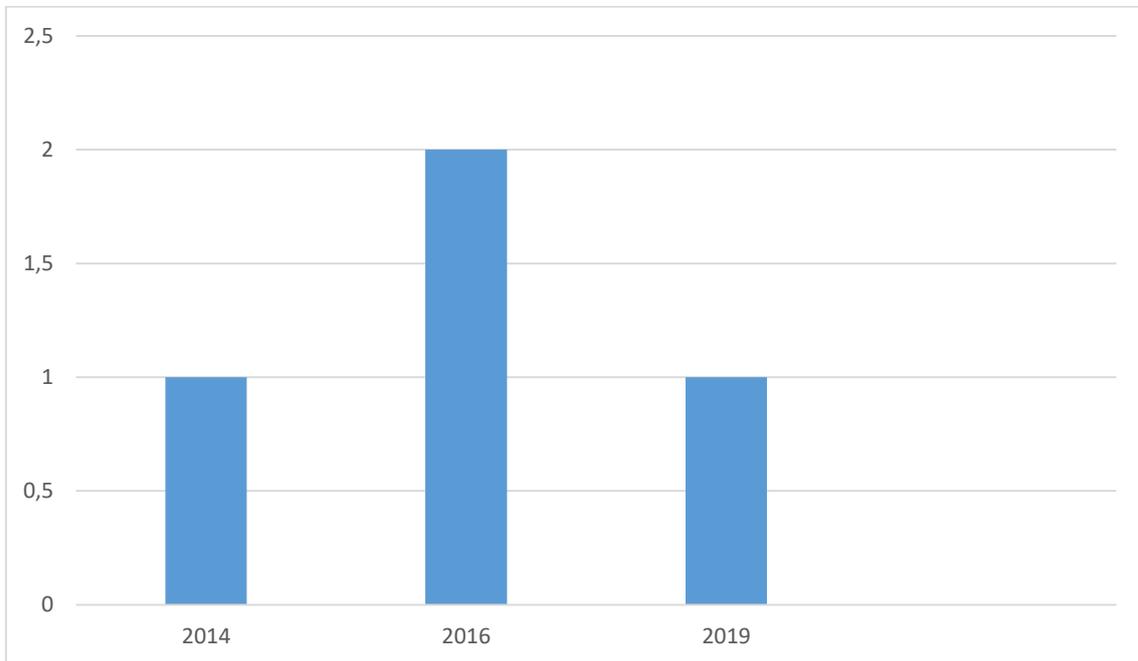
Tabela 1: Palavras chave utilizadas na busca de patentes.

Palavras-chave	EPO	WIPO	USPTO	INPI
<i>bioprinting</i>	983	228	8	2
<i>bioprinting and applications</i>	592	19	6	0
<i>bioprinting and applications and scaffolds</i>	361	1	4	0

**Fonte:** Autoria própria (2020).

Foi realizada uma busca de patentes depositadas de acordo com seu ano de publicação, com o objetivo de verificar a evolução anual em depósito. Na figura 1 é possível verificar que a primeira patente foi depositada em 2014. Percebe-se que os pedidos de depósitos ocorreram depois do século XX, provando ser uma área de grande desenvolvimento científico e tecnológico. Nos anos seguintes ainda foram encontradas patentes depositadas mesmo que em pouca quantidade.

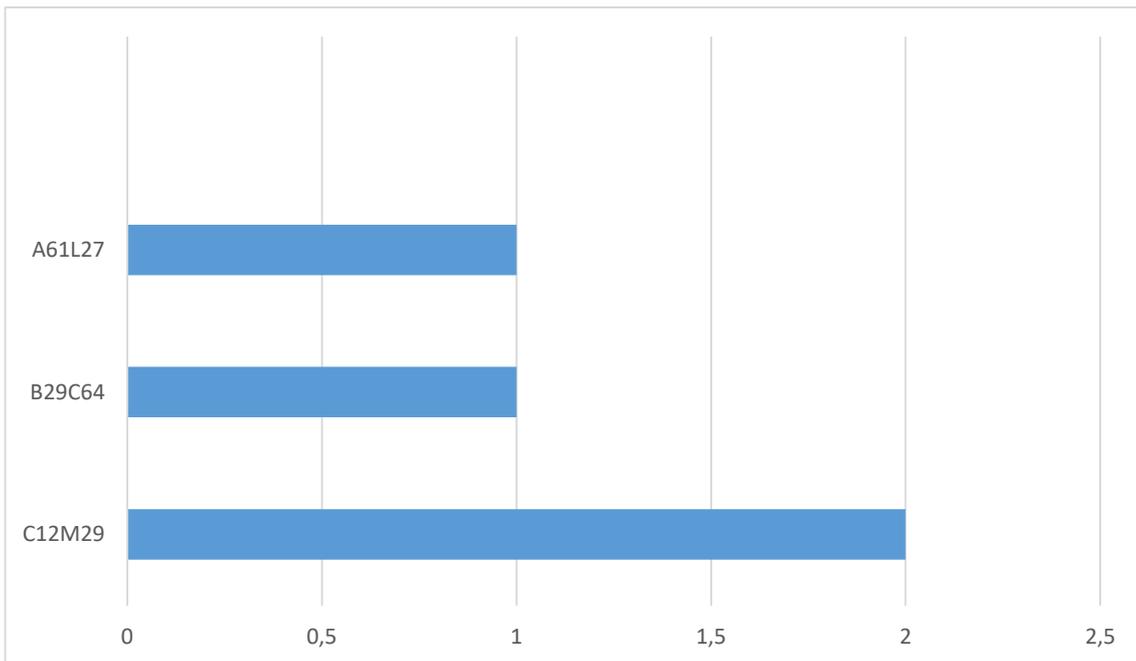
**Figura 1:** Patente depositada por ano, com *bioprinting and applications and scaffolds* como palavras-chaves.



**Fonte:** Autoria própria (2020). Banco de dados: USPTO.

Um quesito importante na busca de depósitos de patentes é a Classificação Internacional de Patentes (CIP), que é a base para a elaboração de estatísticas sobre propriedade industrial, que permitam a avaliação do desempenho tecnológico em diversas áreas. A figuras 2 revela as principais classificações internacionais de cada patente deposita no WIPO. Cada patentes estava direcionada a uma classificação distinta porém dentro do assunto avaliado.

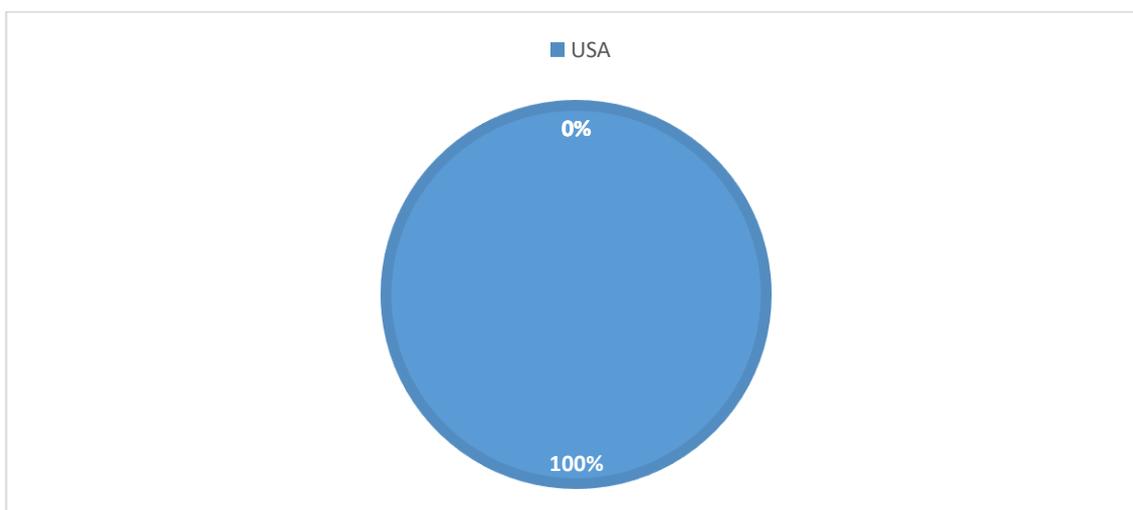
**FIGURA 2:** Classificação internacional das patentes depositadas, com “*bioprinting and applications and scaffolds*” como palavras-chaves.



**FONTE:** Autoria própria (2020). Banco de dados USPTO.

Na figura 3 está o gráfico referente a quantidades de Patentes depositadas por Países, podemos perceber que o único país que mais possui número de patentes depositadas referente a bioimpressão de scaffolds é os Estados Unidos, provavelmente por ser uma potência mundial e muito presente na tecnologia mundial.

**Figura 3:** Patentes depositadas por país, *bioprinting and applications and scaffolds* como palavras-chaves.



**FONTE:** Autoria própria (2020). Banco de dados USPTO.

#### 4. Conclusão

Os dados apresentados com a prospecção mostraram que o uso bioimpressão para a criação de scaffolds já é conhecido e já possuem estudos sobre o assunto, porém possui poucas patentes depositadas, tornando essa área de aplicação inovadora. A disseminação desses materiais é de suma importância devido a sua grande relevância em aplicações tecnológicas na área de implantes, e cirurgias que ocorrem relacionados com a saúde humana. O país que mais possui patentes depositadas é o Estados Unidos quando relacionadas a pesquisa, as patentes encontradas nessa área são a respeito dos aspectos químicos dos materiais destinado a próteses e proteção de próteses.

A classificação internacional abrangeu a área de biomateriais relacionados com o foco principalmente em próteses. Ao realizar a busca com os termos “*bioprinting and applications and scaffolds*” foi possível encontrar 162 patentes que correlacione aos termos, neste sentido, considera-se importante a disseminação dessa tecnologia devido ao número de trabalhos já desenvolvidos na área.

#### 5. Referências

VON RECUM, A. F.; LABERGE, M. Educational goals for biomaterials science and engineering: perspective view. *Journal of Applied Biomaterials*, New York, v.6, n.2, p.137-144, 1995.

PEREIRA, M. M. Conceitos básicos de ciência dos materiais. In: OREFICE, R. L.; PEREIRA, M. M.; MANSUR, H. S. *Biomateriais: 31 Fundamentos e Aplicações*. Cultura Médica: Rio de Janeiro, cap.1, p.13-37, 2006

TABATA, Y. Biomaterial technology for tissue engineering applications. *Journal of the Royal Society Interface*, London, v.6, n.3, p.311-324, 2009.

NAVARRO, M.; MICHIARDI, A.; CASTANÕ, O.; PLANELL, J. A. Biomaterials in orthopaedics. *Journal of the Royal Society Interface*, London, v.5, p. 1137-1158, 2008.

SANTOS, Késia Sousa. Biomateriais na regeneração óssea. Revisão de literatura da pós-graduação em ciência animal da Universidade Federal de Goiás, p. 11-12, 2011.

### **SOBRE A ORGANIZADORA**

Engenheira de Materiais pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Piauí. Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais - UFPI. Participou do Programa Jovens Talentos para a Ciência, financiado pela CAPES. Foi bolsista do Programa de Iniciação Científica (PIBIC-CNPq) em 2014 e 2015 e do Programa de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação em 2016 a 2018, atua na área de Cerâmica Avançada com ênfase em adsorção para degradação de corantes têxteis, tem experiência na área de fotoluminescência. Participou 25º Programa Bolsas de Verão (CNPEM), atuando como bolsista e desenvolvendo projeto no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) em Campinas (SP).

ISBN 978-65-80476-47-3



9 786580 476473 >