

**VALDIVÂNIA ALBUQUERQUE DO NASCIMENTO**  
ORGANIZADORA

**LEVANTAMENTO PROSPECTIVO  
SOBRE O USO DE MATERIAIS**

**EDITORA INOVAR**

# LEVANTAMENTO PROSPECTIVO SOBRE O USO DE MATERIAIS



**Valdivânia Albuquerque do Nascimento**

**LEVANTAMENTO PROSPECTIVO SOBRE O USO DE  
MATERIAIS**

## **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).**

**Levantamento prospectivo sobre o uso de materiais.** Campo Grande: Editora Inovar, 2020. 68p.

ISBN: 978-65-80476-49-7.

DOI: <https://doi.org/10.36926/editorainovar-978-65-80476-49-7>

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](http://www.editorainovar.com.br)  
79002-401 - Campo Grande – MS  
2020

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>7</b>
<b>Capítulo 1</b> <b>AGREGADOS CERÂMICOS APLICADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL</b>	<b>8</b>
Yvo Borges da Silva Millena de Cássia Sousa e Silva Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
<b>Capítulo 2</b> <b>APLICAÇÕES DE MATERIAIS COMPÓSITOS NA REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS</b>	<b>14</b>
Yvo Borges da Silva Millena de Cássia Sousa e Silva Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
<b>Capítulo 3</b> <b>MATERIAIS IMPRESSOS ATRAVÉS DA TECNOLOGIA 4D E APLICAÇÕES</b>	<b>20</b>
Yvo Borges da Silva Millena de Cássia Sousa e Silva Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
<b>Capítulo 4</b> <b>POLÍMEROS NATURAIS ORIUNDOS DA BIOMASSA APLICADOS EM MATERIAIS TERMOPLÁSTICOS</b>	<b>26</b>
Yvo Borges da Silva Millena de Cássia Sousa e Silva Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
<b>Capítulo 5</b> <b>RECICLAGEM DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL APLICADOS AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL</b>	<b>32</b>
Yvo Borges da Silva Millena de Cássia Sousa e Silva Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
<b>Capítulo 6</b> <b>APLICAÇÃO DE MATERIAIS AVANÇADOS NA OPTICA</b>	<b>38</b>
Millena de Cassia Sousa e Silva Yvo Borges da Silva Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
<b>Capítulo 7</b> <b>NANOCOMPOSITOS CONDUTORES DE ALTO DESEMPENHO</b>	<b>44</b>
Millena de Cassia Sousa e Silva Yvo Borges da Silva Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
<b>Capítulo 8</b> <b>EVOLUÇÃO DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA</b>	<b>50</b>
Millena de Cassia Sousa e Silva Yvo Borges da Silva Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
<b>Capítulo 9</b> <b>APLICAÇÃO DE AÇO INOXIDÁVEL NA AERONÁUTICA</b>	<b>56</b>
Millena de Cassia Sousa e Silva Yvo Borges da Silva Valdivânia Albuquerque do Nascimento	

**Capítulo 10**

**APLICAÇÃO DE LIGAS METÁLICAS COM MEMÓRIA DE FORMA**

Millena de Cassia Sousa e Silva

Yvo Borges da Silva

Valdivânia Albuquerque do Nascimento

**61**

**SOBRE A ORGANIZADORA**

**66**

## 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.



## Capítulo 1

### AGREGADOS CERÂMICOS APLICADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

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

#### RESUMO

A indústria da construção civil é um setor produtivo que possui considerável papel na economia do Brasil. Como em todo processo industrial, o uso dos insumos da indústria da construção civil gera resíduos em grande escala, que necessitam ser gerenciados, entre esses resíduos estão os agregados cerâmicos. O objetivo deste estudo foi realizar uma prospecção tecnológica de agregados cerâmicos usados na construção civil, 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. Agregados cerâmicos 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 C08L. O uso de agregados cerâmicos na construção civil devido ao incentivo à ciência e à tecnologia vem crescendo e é de extrema importância devido as grandes propriedades e aplicações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Construção civil, agregados cerâmicos e base de pavimento.

#### INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é um setor produtivo que possui considerável papel na economia do Brasil. Entre 1980 e 1996 o setor foi responsável por 65% da formação do investimento bruto nacional. Em 1999 o setor já alcançava 70% do investimento da economia brasileira. No ano de 2001 o setor foi responsável por 15,6% do PIB, sendo que as edificações residenciais representaram um montante entre 6% e 9% do PIB nacional (MARQUES NETO, 2005). Para alavancar tamanha grandiosidade, a indústria da construção civil é atualmente a maior consumidora de recursos naturais da sociedade, absorvendo de 20 a 50% desses recursos explorados no mundo (JOHN, 2001)

Com a urbanização acelerada, que resultou no rápido adensamento das cidades, e, por conseguinte, o crescimento das atividades do setor construtivo, além da larga exploração dos recursos naturais, a geração de resíduos da construção e demolição (RCD) alcançou índices alarmantes, produto do desperdício nas obras de construções, reformas e demolições (HALMENAM, 2009).

O macrocomplexo da indústria da construção civil é responsável por 40% dos resíduos gerados na economia (JOHN, 2001). Em 1992 era estimada a produção de aproximadamente 50 milhões de toneladas de resíduos das atividades da construção civil na comunidade europeia, 60 milhões nos Estados Unidos e 12

milhões somente no Japão (HANSEN, 1992). Como em todo processo industrial, o uso dos insumos da indústria da construção civil gera resíduos em grande escala, que necessitam ser gerenciados, entre esses resíduos estão os agregados cerâmicos que podem ser utilizados em larga escala, como na parte de pavimentação.

Nesse contexto, é importante o estudo de agregados cerâmicos, que são utilizados em amplas maneiras, como na construção civil, embase e sub-base de pavimentos, 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 agregados cerâmicos utilizados na construção civil, 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 construção civil, agregados cerâmicos e base de pavimento, em português e *civil construction, ceramic aggregates e flooring base* 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, 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.

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, a base WIPO com 35 patentes depositadas, número que será analisado, e as demais bases não possuem patentes registradas.

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

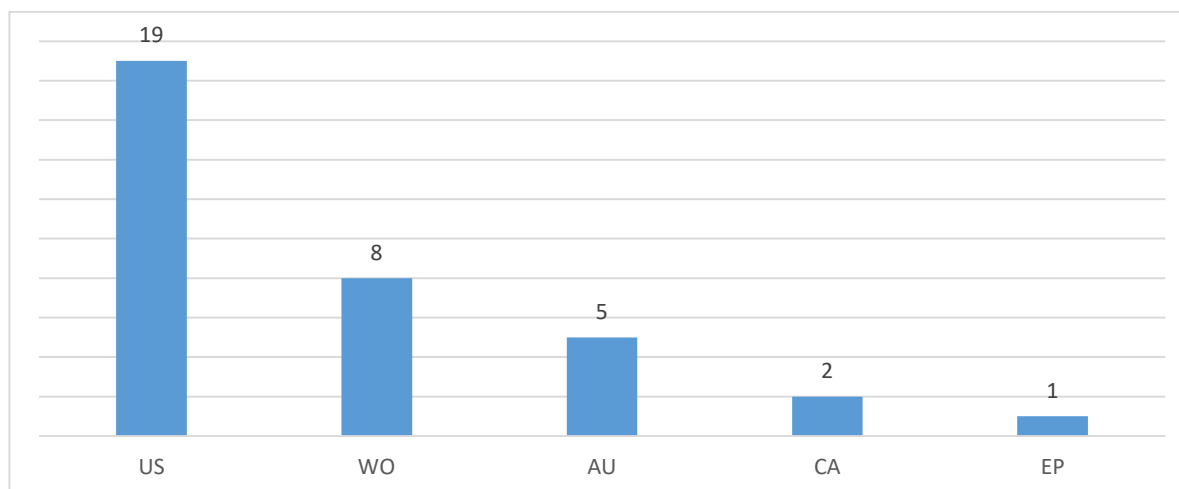
PALAVRAS-CHAVE	EPO	USPTO	WIPO	INPI
<b>CIVIL CONSTRUCTION</b>	1,962	286	37,732	2,461
<b>CIVIL CONSTRUCTION AND CERAMIC AGGREGATES</b>	0	0	288	0
<b>CIVIL CONSTRUCTION AND CERAMIC AGGREGATES AND FLOORING BASE</b>	0	0	35	0

Fonte: Autoria própria (2020).

Considerando o resultado encontrado na base WIPO com o cruzamento final de palavras, quando são usados os termos construção civil, agregados cerâmicos e base de pavimento, a pesquisa foi norteadada 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 únicos depositários, com 19 e 8 patentes respectivamente para cada, o que representa 54,28% para os Estados Unidos e 22,88% para a Organização Mundial de Propriedade Intelectual, do total de documentos encontrados.

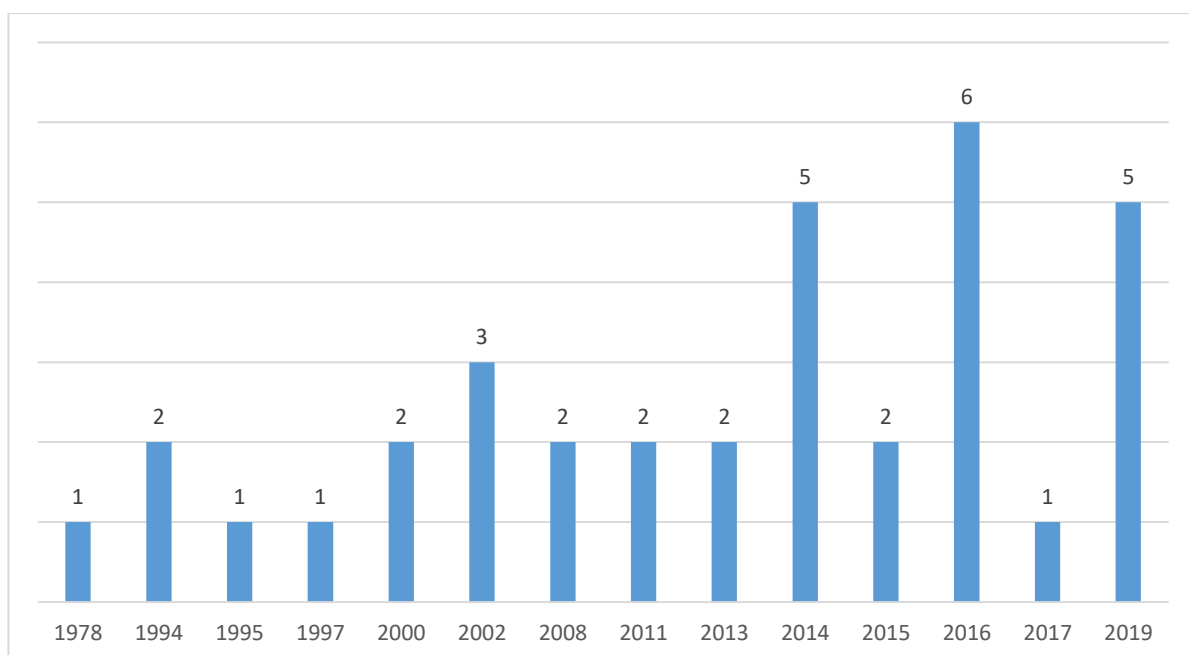
Figura 1 – Distribuição de patentes depositadas na base WIPO por país.



Fonte: Autoria própria (2020).

Utilizando os 35 documentos encontrados na base WIPO com as palavras-chave construção civil, agregados cerâmicos e base de pavimento, verificou-se que o depósito de patentes envolvendo essa classe iniciou-se em 1978 (Figura 2), com 1 patente depositada com o título "*Inorganic-organic compositions*". A partir de então, o número de patentes depositadas mostrou-se em constante evolução, sendo que o ano de 2016 apresentou o maior número de documentos encontrados, com 6 patentes depositadas, o que representa 17,14% do total de patentes encontradas. Apesar do número de patentes não ter um crescimento constante, esses resultados sugerem que os agregados cerâmicos vêm sendo cada vez mais utilizados como fontes de novos produtos tecnológicos pelas indústrias, especialmente na construção civil.

Figura 2 – Evolução anual de depósitos de patente na base WIPO.

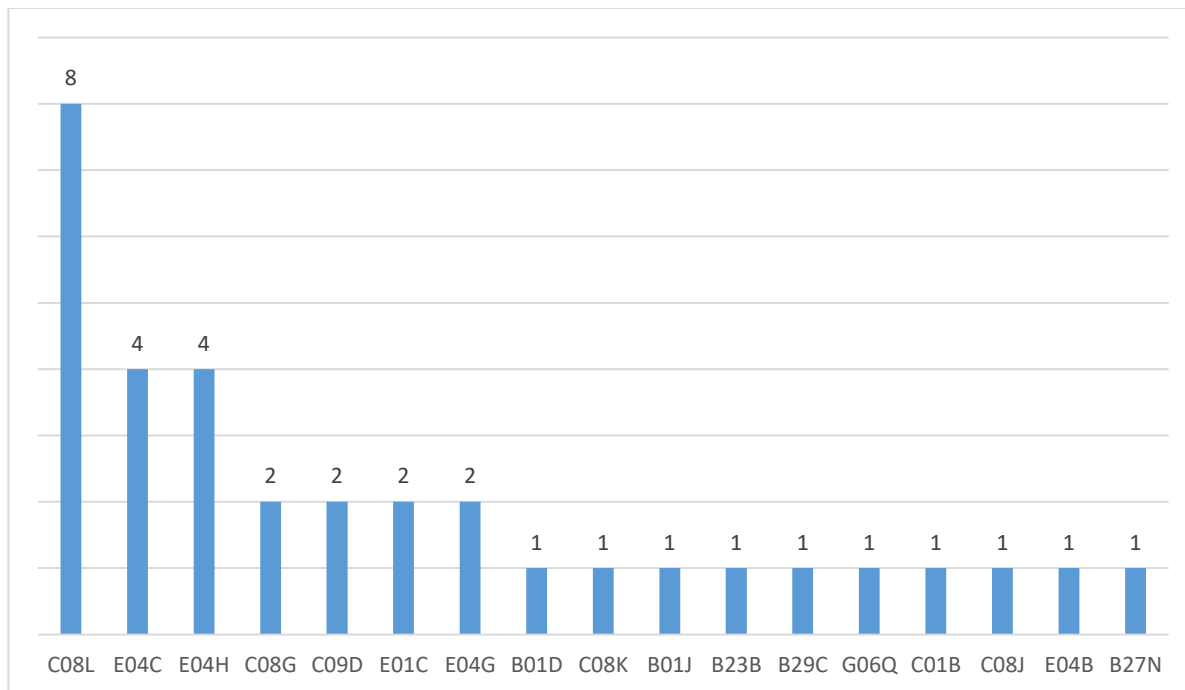


Fonte: Autoria própria (2020).

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 C (química; metalurgia) foi considerada a seção na qual há o maior número de patentes depositadas, com 31,41% das patentes nessa classe, seguida pela seção E (construções fixas). Dentre os depósitos de patentes encontrados na seção C, 8 estão alocadas na subclasse C08L (composição de compostos macromoleculares).

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 agregados cerâmicos utilizados na construção civil não é recente, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 1978, atingindo o número máximo de patentes em 2016, mas teve um maior investimento nos últimos anos. Os Estados Unidos e a Organização Mundial de Propriedade Intelectual são considerados os principais países depositários, com 19 e 8 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 C08L, que é subclasse da área química e metalúrgica. Sendo assim, observando os dados, sugere-se que uma das principais aplicações dos agregados cerâmicos na construção civil dá-se através de bases de pavimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

J. C. Marques Neto, Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil, 1ª Ed., Ed. Rima, S. Carlos, SP (2005) 16.

M. C. R. Halmeman, P. C. Souza, A. N. Casarin, Revista Tecnológica, Ed. Especial ENTECA (2009) 203.

T. C. Hansen, Recycling of Demolished Concrete and Masonry, Ed. T. C. Hansen, E & FN Spon, Londres, UK (1992) 1.

V. M. John. Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção, A. P. Carneiro, I. A. S. de Brum, J. C. S. Cassa. Ed. Edufba, Salvador, BA (2001) 27.

## Capítulo 2

### APLICAÇÕES DE MATERIAIS COMPÓSITOS NA REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

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

#### RESUMO

Compósitos são materiais formados pela combinação de dois ou mais diferentes materiais, produzindo propriedades únicas, diferentes daquelas de seus componentes individuais. Os materiais compósitos de FRP são constituídos, essencialmente, por fibras embebidas numa matriz polimérica. O objetivo deste estudo foi realizar uma prospecção tecnológica de materiais compósitos aplicados na reabilitação de estruturas metálicas, 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 a subclasse E04C. O uso de materiais compósitos devido ao incentivo à ciência e à tecnologia vem crescendo e é de extrema importância devido as grandes propriedades e aplicações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Materiais compósitos, matriz polimérica, reabilitação, estruturas metálicas e FRP.

#### INTRODUÇÃO

Compósitos são materiais formados pela combinação de dois ou mais diferentes materiais, produzindo propriedades únicas e sinérgicas, diferentes daquelas de seus componentes individuais (ZARBIN, 2007). Eles são, portanto, constituídos de duas fases: a matriz e o elemento de reforço, e são desenvolvidos para otimizar os pontos fortes de cada uma das fases. O material matriz é o que confere estrutura ao material compósito, preenchendo os espaços vazios que ficam entre os materiais reforços e mantendo-os em suas posições relativas. Os materiais reforços são os que realçam propriedades mecânicas, eletromagnéticas ou químicas do material compósito como um todo (SCHWATRZ, 1997).

A importância desses compósitos é muito grande, sobretudo no campo de aplicação e desenvolvimento de peças automobilísticas, esportivas, aeronáuticas, moveleiras e na indústria da construção civil. Esses materiais estão sendo empregados cada vez mais em substituição aos tradicionais (monolíticos) cujas características individuais não atendem aos crescentes exigências de melhor desempenho, durabilidade e economia, apresentando várias vantagens em sua utilização, tais como: elevada resistência e rigidez específica, baixa densidade e resistência à corrosão (NOHARA, 2004).

Os materiais compósitos de FRP são constituídos, essencialmente, por fibras embebidas numa matriz polimérica. As fibras apresentam-se sob a forma de filamentos de pequeno diâmetro, têm módulo de

elasticidade e resistência à tração elevados, baixa densidade e apresentam comportamento frágil. As fibras podem ser dispostas apenas numa direção (compósitos de FRP unidirecionais) ou em várias direções (compósitos de FRP bi- ou multidirecionais). As fibras contínuas mais correntes nos FRP para aplicações em áreas de construção civil são de vidro (BARROS, 2003).

Nesse contexto, é importante o estudo de materiais compósitos utilizados na construção civil em amplas maneiras, como em reabilitação de estruturas metálicas, 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 aplicação de materiais compósitos na reabilitação de estruturas metálicas, 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 materiais compósitos, matriz polimérica, reabilitação, estruturas metálicas e FRP em português e *composite materials, polymeric matrix, rehabilitation, metallic structures e FRP* 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, 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.



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, a base WIPO com 9 patentes depositadas, número que será analisado, e as demais bases não possuem patentes registradas.

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

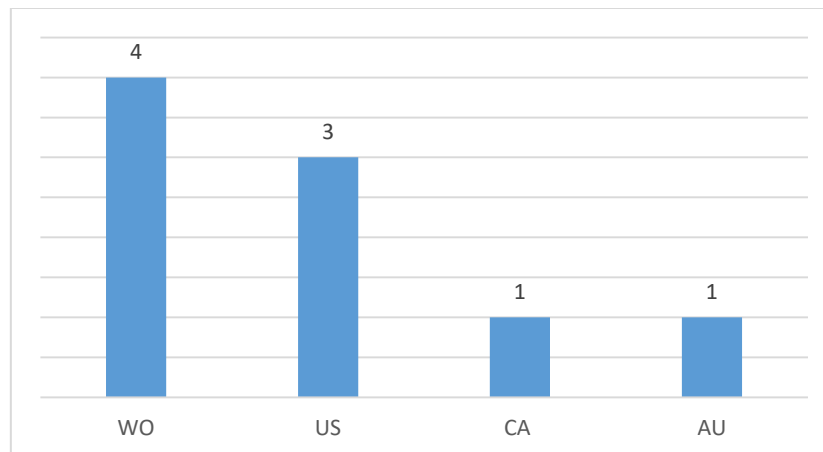
PALAVRAS-CHAVE	EPO	USPTO	WIPO	INPI
<b>COMPOSITE MATERIALS</b>	+10,000	65,182	1,081,373	239
<b>COMPOSITE MATERIALS AND POLYMERIC MATRIX</b>	89	1,853	128,869	0
<b>COMPOSITE MATERIALS AND POLYMERIC MATRIX AND REHABILITATION</b>	0	17	1,133	0
<b>COMPOSITE MATERIALS AND POLYMERIC MATRIX AND REHABILITATION AND METALLIC STRUCTURES</b>	0	0	345	0
<b>COMPOSITE MATERIALS AND POLYMERIC MATRIX AND REHABILITATION AND METALLIC STRUCTURES AND FRP</b>	0	0	9	0

Fonte: Autoria própria (2020).

Considerando o resultado encontrado na base WIPO com o cruzamento final de palavras, quando são usados os termos materiais compósitos, matriz polimérica, reabilitação, estruturas metálicas e FRP, 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, a Organização Mundial de Propriedade Intelectual e os Estados Unidos são os únicos depositários, com 4 e 3 patentes respectivamente para cada, o que representa 44,44% para a Organização Mundial de Propriedade Intelectual e 33,33% para os Estados Unidos, do total de documentos encontrados.

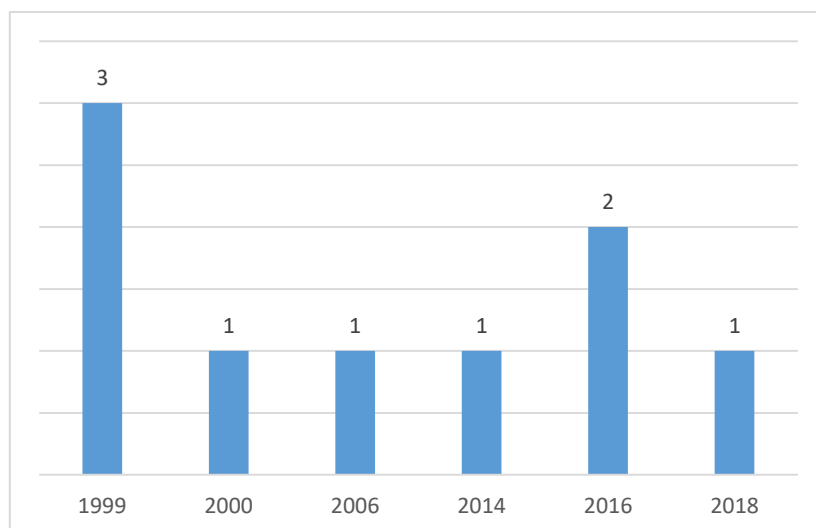
Figura 1 – Distribuição de patentes depositadas na base WIPO por país.



Fonte: Autoria própria (2020).

Utilizando os 9 documentos encontrados na base WIPO com as palavras-chave materiais compósitos, matriz polimérica, reabilitação, estruturas metálicas e FRP, verificou-se que o depósito de patentes envolvendo essa classe iniciou-se em 1999 (Figura 2), com a patente depositada com o título “*Method and apparatus for producing gas occlusion-free and void-free compounds and composites*”. A partir de então, o número de patentes depositadas mostrou-se em constante evolução, sendo que os anos de 2014 e 2019 apresentaram os maiores números de documentos encontrados, com 9 patentes depositadas em cada, 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 resíduos sólidos vêm sendo cada vez mais utilizados como fontes de novos produtos tecnológicos pelas indústrias, especialmente na construção civil.

Figura 2 – Evolução anual de depósitos de patente na base WIPO.

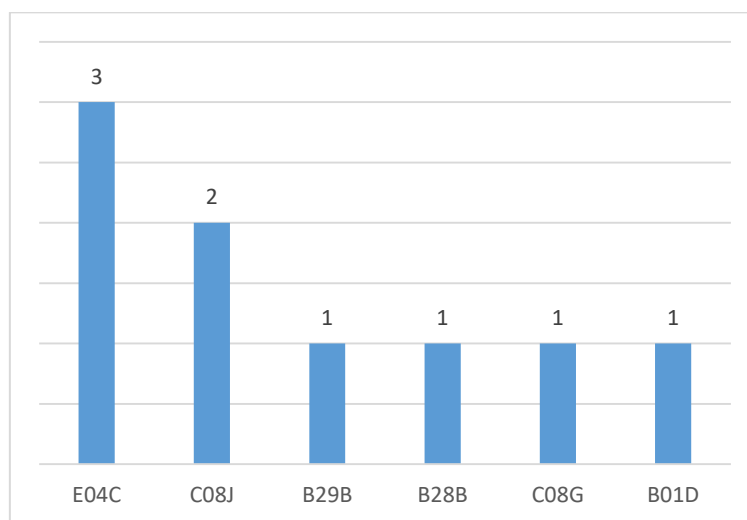


Fonte: Autoria própria (2020).

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 está 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 E (construções físicas) foi considerada a seção na qual há o maior número de patentes depositadas, com 33,33% das patentes nessa classe. Dentre os depósitos de patentes encontrados na seção C, 3 estão alocadas na subclasse E04C (elementos estruturais; materiais de construção).

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 materiais compósitos utilizados para reabilitação de estruturas metálicas é recente, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 1999. Os Estados Unidos e a Organização Mundial de Propriedade Intelectual são considerados os principais países depositários, com 3 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 E04C, que é subclasse da área de construções fixas. Sendo assim, observando os dados, sugere-se que uma das principais aplicações dos materiais compósitos com matriz poliméricas se dá através da reabilitação de estruturas metálicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barros, J.A.O.; Sena-Cruz, J.M.; Dias, S.J.E.; Ferreira, D.R.S.M; Fortes, A.S. **Investigação no âmbito da utilização de materiais compósitos no reforço de estruturas de betão**, V Simpósio EPUSP sobre Estruturas de Concreto, CD-Rom, 2003.
- Gervásio, H. e Simões da Silva, L. **Sustainability and life-cycle assessment of steel-concrete composite plate girder bridges: A case study.**, Proceedings of the 4th European Conference on Steel and Composite Structures, Maastricht, Holanda, 2005, pp. 4.6-61 a 4.6-69.
- Lippiatt, B. **BEES 3.0 Building for Environmental and Economic Sustainability Technical Manual and User Guide**, NISTIR 6916, Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology, 2003.
- Nohara, L. B., Kawamoto, A. M., Takahashi, M. F. K., Wills, M., Nohara, E. L., & Rezende, M. C. (2004). **Síntese de um poli (ácido âmico) para aplicação como interfase em compósitos termoplásticos de alto desempenho.** Polímeros, 14(2), 122- 128. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-14282004000200016>
- Schwartz, M. M. (1997). **Composite Materials: Processing, Fabrication and Applications** (Vol. 2). New Jersey: Prentice Hall.
- Zarbin, A. J. G. (2007). **Química de (nano)materiais.** Química Nova, 30(6), 1469-1479. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422007000600016>.

### Capítulo 3

## MATERIAIS IMPRESSOS ATRAVÉS DA TECNOLOGIA 4D E APLICAÇÕES

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

### RESUMO

A impressão 4D (em quatro dimensões) é uma tecnologia revolucionária e inovadora recém-criada com base nas tecnologias da impressão 3D, que apresenta um grande potencial tecnológico e diversas aplicações relevantes. O objetivo deste estudo foi realizar uma prospecção tecnológica de materiais impressos pela tecnologia 4D com aplicações médicas, 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. Materiais impressos pela recente tecnologia 4D 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 Seção C. O uso de materiais impressos através da tecnologia 4D e aplicações devido ao incentivo à ciência e à tecnologia vem crescendo e é de extrema importância devido as grandes propriedades e aplicações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Materiais, impressão 4D e aplicações médicas.

### INTRODUÇÃO

O processo de impressão em três dimensões (3D), desde que foi criado, nos anos 80, tem possibilitado a criação de diversos dispositivos extremamente úteis a diversos setores como a indústria da construção civil, engenharia espacial e até o setor médico, com a fabricação de próteses ortopédicas. A impressão 4D (em quatro dimensões) é uma tecnologia revolucionária e inovadora recém-criada com base nas tecnologias da impressão 3D, que apresenta um grande potencial tecnológico e diversas aplicações relevantes. Um grupo de pesquisa do Massachusetts Institute of Technology (MIT) foi responsável pela criação e denominação desta tecnologia (TIBBITS, 2013).

O processo de impressão 4D consiste basicamente na confecção de objetos em 3 dimensões, utilizando-se de materiais ativos que reagem a algum estímulo, a exemplo a umidade ou variações de temperatura, transformando assim suas estruturas e modificando seu formato. Neste caso, entende-se a quarta dimensão como o tempo necessário para que o objeto modifique sua estrutura e atinja a forma desejada (GE et al., 2016; PEI, 2014; KHOO et al., 2015).

Desde o momento da sua descoberta, tem sido aplicada na área da medicina, nomeadamente na impressão celular, na medicina regenerativa, na engenharia de tecidos e no planejamento cirúrgico, recorrendo a várias técnicas, como por exemplo o jato de tinta, a técnica assistida por laser e a extrusão (Shafiee e Atala, 2016).

Estas aplicações estão na base do conceito de bioimpressão, a qual utiliza técnicas da impressão 3D acopladas a células vivas, de forma a produzir um determinado tecido ou órgão (Vijayavenkataraman et al., 2017). A bioimpressão compreende três fases sequenciais: a pré bioimpressão, a bioimpressão e a pós bioimpressão. A primeira etapa, que corresponde a uma fase de modelação, engloba o processamento da imagem e do desenho digital, através da tomografia computadorizada (CT, do inglês Computed tomography) e da ressonância magnética. De seguida, a etapa de bioimpressão partilha requisitos básicos com uma impressora comum, tais como: hardware, tinta e uma base Impressão 3D: aplicações médicas e farmacêuticas 2 de suporte. A última fase permite obter uma estrutura biológica 3D que permitirá manter a integridade e funcionalidade apropriadas (Shafiee e Atala, 2016).

Nesse contexto, é importante o estudo de materiais impressos através da tecnologia 4D com aplicações médicas, 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 materiais impressos através da tecnologia 4D e aplicações, 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 materiais, impressão 4D e aplicações médicas, em português e *materials, 4D printing e medical 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.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o objetivo de identificar e classificar o desenvolvimento de estudos científicos e tecnológicos, 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.

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, a base WIPO com 4 patentes depositadas, número que será analisado, e as demais bases não possuem patentes registradas.

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

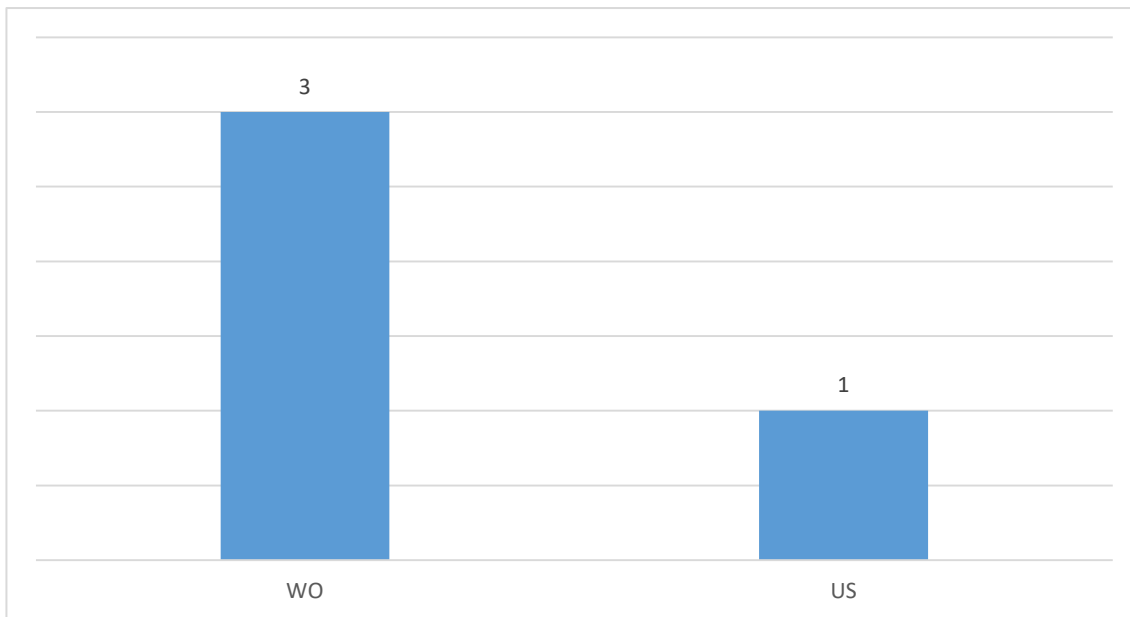
PALAVRAS-CHAVE	EPO	USPTO	WIPO	INPI
<b>MATERIALS</b>	+10,000	2,470,762	8,124,407	823
<b>MATERIALS AND 4D PRINTING</b>	34	288	123	0
<b>MATERIALS AND 4D PRINTING AND MEDICAL APPLICATIONS</b>	0	0	4	0

Fonte: Autoria própria (2020).

Considerando o resultado encontrado na base WIPO com o cruzamento final de palavras, quando são usados os termos materiais, impressão 4D e aplicações médicas, 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 únicos depositários, com 1 e 3 patentes respectivamente para cada, o que representa 25% para os Estados Unidos e 75% para a Organização Mundial de Propriedade Intelectual, do total de documentos encontrados.

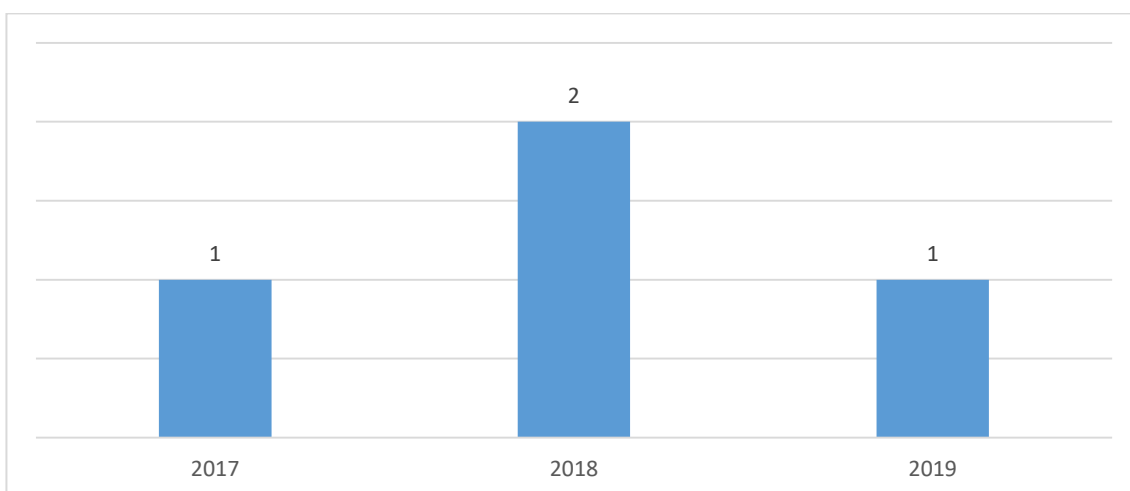
Figura 1 – Distribuição de patentes depositadas na base WIPO por país.



Fonte: Autoria própria (2020).

Utilizando os 4 documentos encontrados na base WIPO com as palavras-chave materiais, impressão 4D e aplicações médicas, verificou-se que o depósito de patentes envolvendo essa classe iniciou-se em 2017 (Figura 2), com 1 patente depositada com o título “*Shape memory polymer, formulation for, method of forming and device including the same*”. A partir de então, o número de patentes depositadas mostrou-se em constante evolução, sendo que o ano de 2018 apresentou o maior número de documentos encontrados, com 2 patentes depositadas, o que representa 50% do total de patentes encontradas. Apesar do número de patentes não ter um crescimento constante, esses resultados sugerem que os produtos com materiais obtidos com impressão 4D 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).

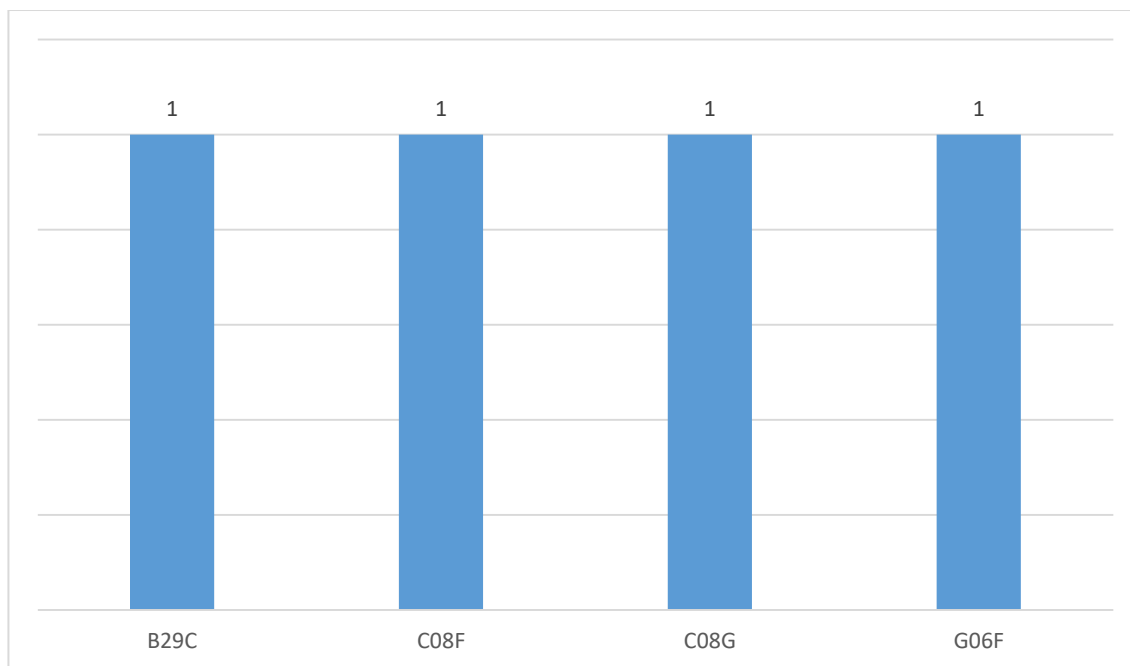


No que concerne à prospecção tecnológica, um dos parâmetros importantes a ser avaliado é a Classificação Internacional de Patentes (CIP), na qual as patentes são classificadas de acordo com a aplicação, sendo esta dividida em 8 seções, 21 subseções, 120 classes, 628 subclasses e 69.000 grupos.

Nesse contexto, as patentes encontradas também foram analisadas de acordo a CIP (Figura 3). A seção C (química; metalurgia) foi considerada a seção na qual há o maior número de patentes depositadas, com 50% das patentes nessa classe.

Dentre os depósitos de patentes encontrados na seção C, 1 está alocada na subclasse C08F (compostos macromoleculares obtidos por reações compreendendo apenas ligações insaturadas carbono-carbono) e 1 alocada na C08G (processos de fermentação ou processos que utilizem enzimas para sintetizar uma composição ou composto químico desejado ou para separar isômeros ópticos de uma mistura racêmica).

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 materiais impressos através da tecnologia 4D é recente, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 2017, atingindo o número máximo de patentes em 2018. Os Estados Unidos e a Organização Mundial de Propriedade Intelectual são considerados os únicos países depositários, com 1 e 3 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 C08F e C08G, que são subclasses da área química e metalúrgica. Sendo assim, observando os dados, sugere-se que uma das principais aplicações dos materiais impressos por tecnologia 4D dá-se através do setor médico.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GE, Q. et al. **Multimaterial 4D Printing with Tailorable Shape Memory Polymers**. *Scientific Reports*, v. 6, ago. 2016. Disponível em: < <https://doi.org/10.1038/srep31110>>. Acesso em: 21 jul. 2019.
- GLADMAN, A. S. et al. **Biomimetic 4D printing**. *Nature materials*, v. 15, p. 413-418, jan. 2016. Disponível em: . Acesso em: 22 jul. 2019. JACOBSEN, M. Clearing the Way for Pivotal 21st-Century Innovation.
- JUNG, J. P.; BHUIYAN, D. B.; OGLE, B. M. **Solid organ fabrication: comparison of decellularization to 3D bioprinting**. *Biomaterials Research*, v. 20, n. 27, ago. 2016. Disponível em: . Acesso em: 22 jul. 2019.
- KHADEMHOSEINI, A.; LANGER, R. **A decade of progress in tissue engineering**. *Nature Protocols*, v. 11, n. 10, p. 1775-1781, set. 2016. Disponível em: . Acesso em: 23 jul. 2019.
- KHOO, Z. X. et al. **3D printing of smart materials: A review on recent progresses in 4D printing**. *Virtual and Physical Prototyping*, v. 10, n. 3, p. 103-122, out. 2015. Disponível em: . Acesso em: 22 jul. 2019.
- MOMENI, F. et al. **A review of 4D printing**. *Materials and Design*, v. 122, p. 42-79, mai. 2017. Disponível em: . Acesso em: 21 jul. 2019.
- PEI, E. **4D Printing: dawn of an emerging technology cycle**. *Assembly Automation*, v. 34, n. 4, p. 310-314, set. 2014. Disponível em: . Acesso em: 21 jul. 2019.
- Shafiee, A. e Atala, A. (2016). **Printing Technologies for Medical Applications**. *Trends Mol Med*, 22, pp. 254-265.
- Vijayavenkataraman, S.; Fuh, J. Y. H. e Lu, W. F. (2017). **3D Printing and 3D Bioprinting in Pediatrics**. *Bioengineering (Basel)*, 4, pp. 1-11.

## Capítulo 4

### POLÍMEROS NATURAIS ORIUNDOS DA BIOMASSA APLICADOS EM MATERIAIS TERMOPLÁSTICOS

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

O desenvolvimento e o uso de materiais poliméricos de fontes naturais ao longo do tempo, ocorrera de forma lenta no Brasil, mas isso vem mudando devido o motivo de se encontra em uma posição privilegiada para adotar a liderança no aproveitamento total das biomassas pelo fato de possuir uma grande biodiversidade. 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. Polímeros naturais oriundos da biomassa 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 C08L. O uso de polímeros naturais oriundos da biomassa aplicados ao uso de materiais termoplásticos devido ao incentivo à ciência e à tecnologia vem crescendo e é de extrema importância devido as grandes propriedades e aplicações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Polímeros naturais, biomassa e materiais termoplásticos.

#### INTRODUÇÃO

O desenvolvimento e o uso de materiais poliméricos de fontes naturais ao longo do tempo, ocorrera de forma lenta e sem grandes expressões até 1550, quando se desenvolve, pela primeira vez, na América Central a borracha natural a partir do látex extraído da seringueira. Com base nos princípios metodológicos associados ao desenvolvimento da borracha, Charles Goodyear em 1839 por meio de estudos investigativos desenvolve uma borracha mais forte, resistente e resiliente, com a implementação do processo de vulcanização que agrega enxofre à estrutura molecular da borracha natural. O processo de vulcanização viabiliza, desde então, o uso da borracha como material de engenharia. Pode-se destacar, ainda, que a invenção do pneu, em 1845, por Robert William Thompson, exigiu, além do melhoramento de suas propriedades, também a produção em maior escala, o que motivou o desenvolvimento da borracha sintética em meados do século XX (MARKARIAN, 2008)

Denomina-se biomassa a matéria orgânica derivada dos seres vivos. Graças à grande cadeia alimentar, onde a base primária são os vegetais, essa energia é repassada para os animais, diretamente para os herbívoros e destes para os carnívoros primários e secundários. Sua utilização como combustível pode ser

feita na sua forma bruta ou por meio de seus derivados. Madeira, produtos e resíduos agrícolas, resíduos florestais, excrementos animais, carvão vegetal, álcool, óleos animais, óleos vegetais, biogás são formas de biomassa utilizadas como combustível. A renovação na biomassa se dá através do chamado ciclo do carbono. A decomposição ou a queima da matéria orgânica ou de seus derivados provoca a liberação de gás carbônico na atmosfera (PEREIRA JR et al., 2008).

O Brasil se encontra em uma posição privilegiada para adotar a liderança no aproveitamento total das biomassas pelo fato de possuir uma grande biodiversidade e também pelo pioneirismo na produção de biocombustíveis da biomassa, com destaque para a indústria canavieira, o etanol. O país ainda reúne condições para ser o principal receptor de recursos de investimentos provenientes do mercado de carbono no segmento de produção e uso de bioenergia, por ter no meio ambiente a sua maior riqueza e possuir enorme capacidade de absorção e regeneração atmosférica. Neste contexto, o termo Biorrefinarias compreende as instalações e os processos de conversão da biomassa em uma gama de produtos, com pouco desperdício e mínimas emissões. Neste sentido, as biomassas assumem posição estratégica na era pós-petróleo, uma vez que elas representam a grande fonte de materiais renováveis a serem utilizados (CGEE, 2010).

Nesse contexto, é importante o estudo de polímeros naturais oriundos de biomassa, que são utilizados em amplas maneiras, como em materiais termoplásticos, 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 polímeros naturais oriundos da biomassa aplicados em materiais termoplásticos, 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 polímeros naturais, biomassa e materiais termoplásticos, em português e *natural polymers, biomass e thermoplastic materials*, 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, 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.

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, a base WIPO com 41 patentes depositadas, número que será analisado, a base USPTO com 6 patentes depositadas e as demais bases não possuem patentes registradas.

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

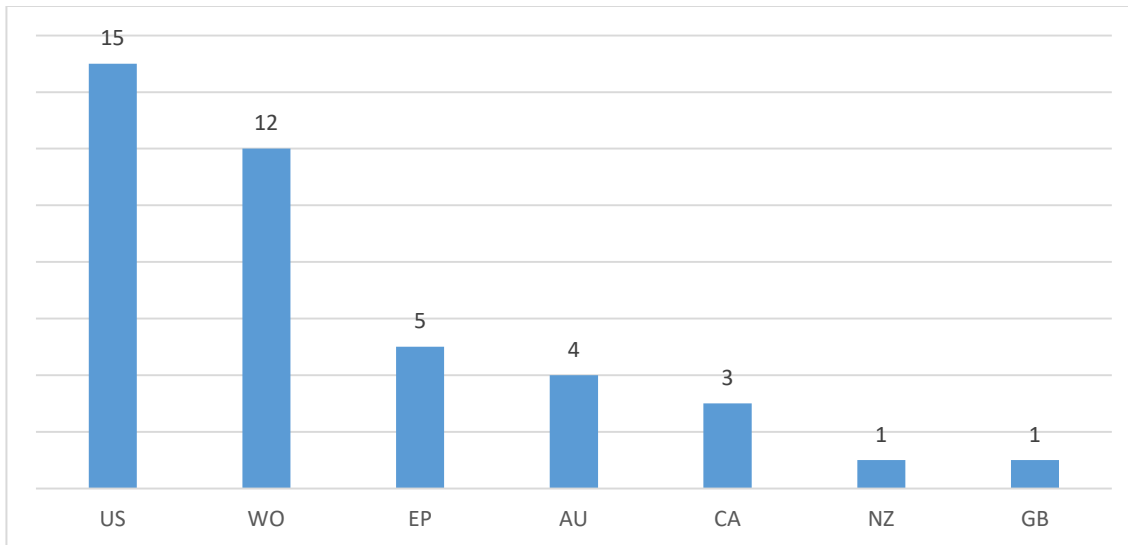
PALAVRAS-CHAVE	EPO	USPTO	WIPO	INPI
<b>NATURAL POLYMERS</b>	722	13,936	51,396	51
<b>NATURAL POLYMERS AND BIOMASS</b>	3	282	1,262	0
<b>NATURAL POLYMERS AND BIOMASS AND THERMOPLASTIC MATERIALS</b>	0	6	41	0

Fonte: Autoria própria (2020).

Considerando o resultado encontrado na base WIPO com o cruzamento final de palavras, quando são usados os termos polímeros naturais, biomassa e materiais termoplásticos, 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 únicos depositários, com 15 e 12 patentes respectivamente para cada, o que representa 36,58% para os Estados Unidos e 29,27% para a Organização Mundial de Propriedade Intelectual, do total de documentos encontrados.

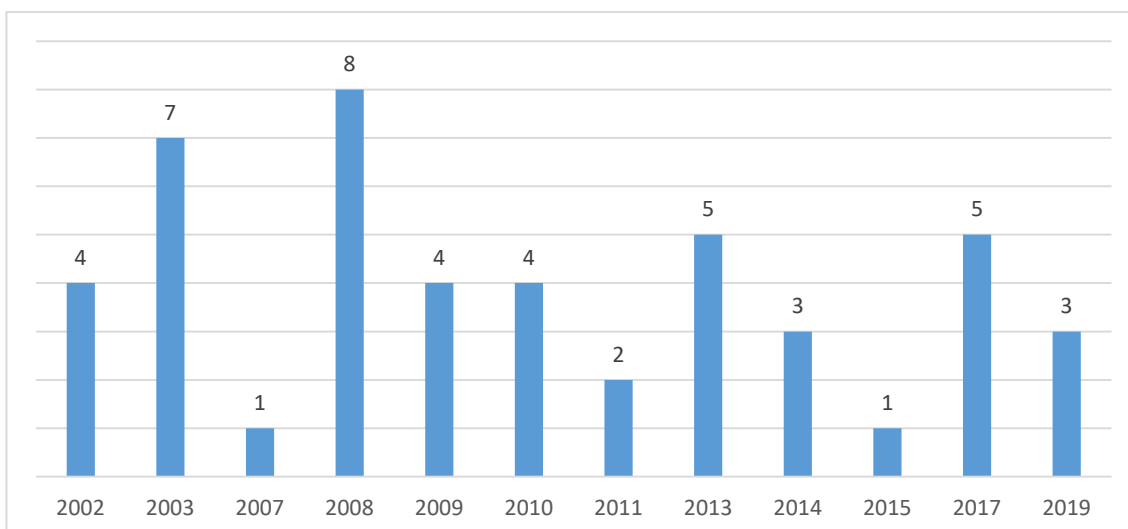
Figura 1 – Distribuição de patentes depositadas na base WIPO por país.



Fonte: Autoria própria (2020).

Utilizando os 41 documentos encontrados na base WIPO com as palavras-chave materiais, impressão 4D e aplicações médicas, verificou-se que o depósito de patentes envolvendo essa classe iniciou-se em 2002 (Figura 2), com 1 patente depositada com o título “*Absorbent articles comprising biodegradable polyester blend compositions*”. A partir de então, o número de patentes depositadas mostrou-se em constante evolução, sendo que o ano de 2008 apresentou o maior número de documentos encontrados, com 8 patentes depositadas, o que representa 19,51% do total de patentes encontradas. Apesar do número de patentes não ter um crescimento constante, esses resultados sugerem que os polímeros naturais oriundos da biomassa vêm sendo cada vez mais utilizados como fontes de novos produtos tecnológicos pelas indústrias.

Figura 2 – Evolução anual de depósitos de patente na base WIPO.

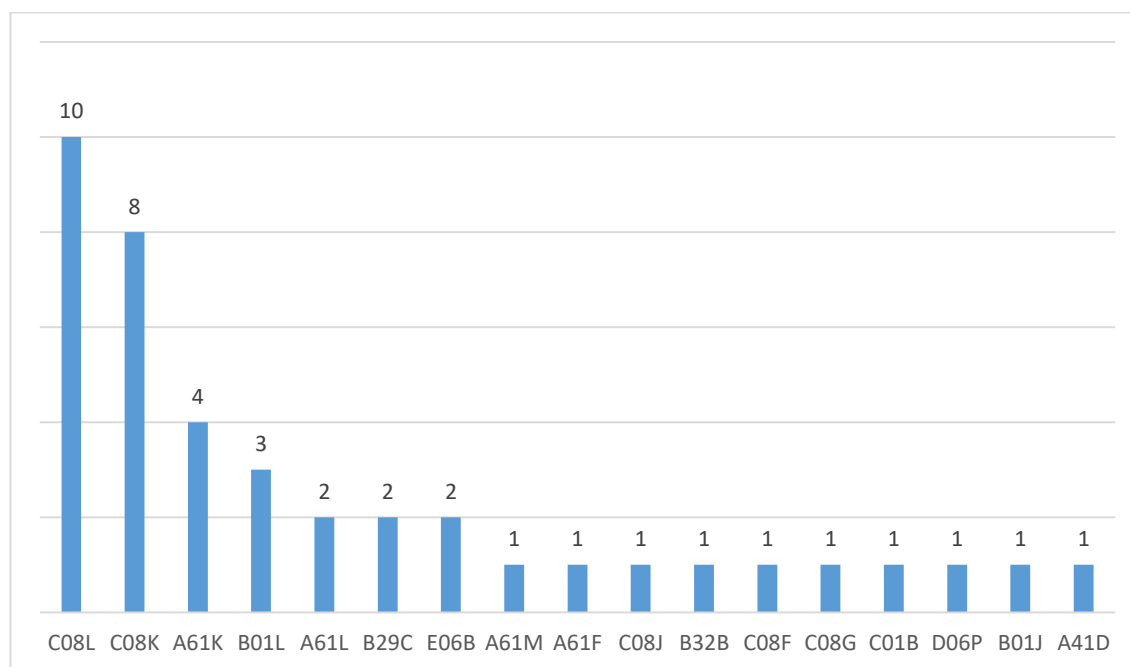


Fonte: Autoria própria (2020).

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 C (química; metalurgia) foi considerada a seção na qual há o maior número de patentes depositadas, com 53,66% das patentes nessa classe. Dentre os depósitos de patentes encontrados na seção C, 10 estão alocadas na subclasse C08L (composição de compostos macromoleculares) e 8 alocadas na C08K (uso de substâncias inorgânicas ou orgânicas não-macromoleculares como ingredientes de composição).

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 polímeros naturais oriundos da biomassa aplicados em polímeros termoplásticos é recente, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 2002, atingindo o número máximo de patentes em 2008. Os Estados Unidos e a Organização Mundial de Propriedade Intelectual são considerados os principais países depositários, com 15 e 12 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 C08L e C08K, que são subclasses da área química e metalúrgica.

Sendo assim, observando os dados, sugere-se que uma das principais aplicações dos polímeros naturais oriundos da biomassa dá-se através do mercado de materiais termoplásticos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CGEE: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos “**Química Verde no Brasil**”, p. 142, Disponível em <http://www.cgee.org.br/> . Acesso em 21 de janeiro de 2019.

GANDINI, A.,” **Polymers from renewable resources**”. In Comprehensive Polymer Science, Sundar L. Aggarwal, S. R., Ed. Pergamon Press: 1992.

MARKARIAN, J. “**Biopolymers present new market opportunities for additives in packaging**. Plastics, Additives and Compounding” Volume 10, Issue 3, May 2008

PEREIRA JR, N.; COUTO, M.A.P.G.; SANTA ANNA, L.M.M. “**Biomass of lignocellulosic composition for fuel ethanol production within the context of biorefinery**”. Series on Biotechnology, v.2, 1a edition, 2008.

PEREIRA JR., N. “**Biotecnologia de Lignocelulósicos para a produção de etanol e o contexto de biorrefinaria**.” In: Seminário Fluminense de Biocombustíveis e Biomassas.UFF, Niterói, 17/04/2008B.



## Capítulo 5

# RECICLAGEM DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL APLICADOS AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

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

## RESUMO

A preocupação com resíduos e desenvolvimento sustentável de maneira geral é relativamente recente no Brasil. O objetivo deste estudo foi realizar uma prospecção tecnológica da reciclagem de resíduos sólidos na construção civil para o desenvolvimento sustentável, 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 a subclasse C08L. O uso de resíduos sólidos devido ao incentivo à ciência e à tecnologia vem crescendo e é de extrema importância devido as grandes propriedades e aplicações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Construção civil, reciclagem, resíduos sólidos e sustentabilidade.

## INTRODUÇÃO

A preocupação com resíduos de maneira geral é relativamente recente no Brasil. Diferente de países como os EUA onde no final da década de 1960 já existia uma política para resíduos, chamada de Resource Conservation and Recovering Act 1 (RCRA) no Brasil ainda está em discussão uma legislação mais abrangente sobre resíduos e o Programa Brasileiro de Reciclagem ainda não saiu do papel. Apesar de algum avanço na reciclagem de resíduos domiciliares, obrigatoriedade de recolhimento de pneus e baterias, estamos certamente ainda longe de políticas mais abrangentes como a política do governo dos EUA de compra preferencial de produtos ambientalmente saudáveis, que privilegia produtos contendo resíduos (TOLSTOY, 1998) ou da abrangente política da Alemanha.

A construção civil é uma das atividades mais antigas que se tem conhecimento e desde os primórdios da humanidade foi executada de forma artesanal, gerando como subproduto, grande quantidade de resíduos de diversas naturezas. É também responsável pelo consumo excessivo de recursos naturais provenientes de fontes não-renováveis (LINTZ, 2012).

Hoje, a Indústria da Construção Civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, mas por outro lado, comporta-se ainda como grande geradora de

impactos ambientais (SANTOS, 2012). A cadeia produtiva da construção civil consome entre 20 e 50% dos recursos naturais de todo o planeta (SANTOS, 2011).

Com a busca pelo desenvolvimento sustentável são apresentadas alternativas para o reaproveitamento dos resíduos da construção civil. Por meio da reciclagem do RCD é possível ter uma economia energética e reduzir os impactos negativos dos resíduos nas cidades. Uma nova matéria-prima é produzida e pode substituir a natural, não renovável (ÂNGULO et al., 2003).

Nesse contexto, é importante o estudo da reciclagem de resíduos sólidos aplicados na construção civil com aplicações na implantodontia, que são utilizados em amplas maneiras que mostram 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 reciclagem de resíduos na construção civil aplicados ao desenvolvimento sustentável, 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 construção civil, reciclagem, resíduos sólidos e sustentabilidade, em português e *civil construction, recycling, solid waste e sustainability* 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, 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.

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, a base WIPO com 35 patentes depositadas, número que será analisado, e as demais bases não possuem patentes registradas.

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

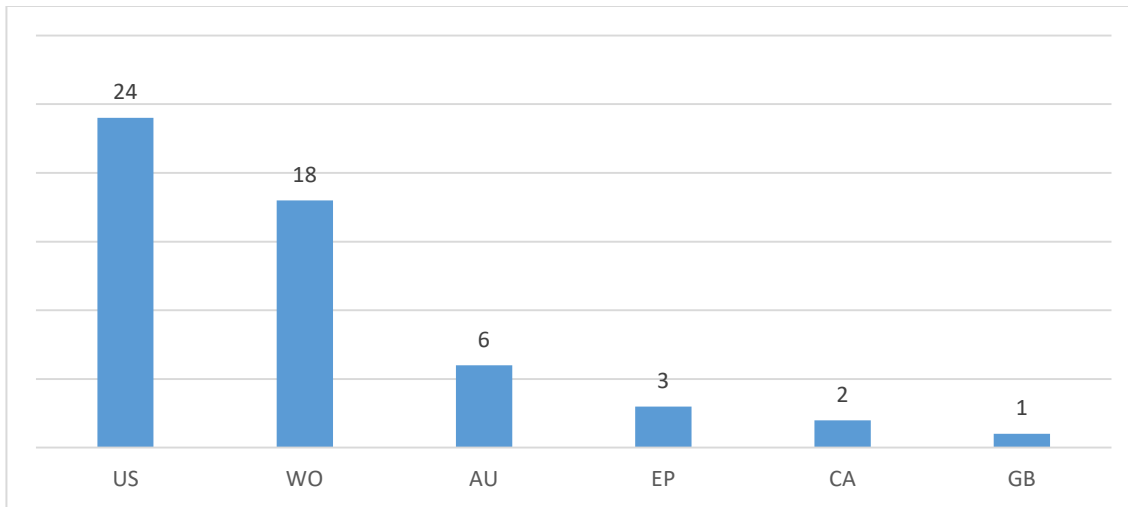
PALAVRAS-CHAVE	EPO	USPTO	WIPO	INPI
<b>CIVIL CONSTRUCTION</b>	1,962	286	37.732	2,461
<b>CIVIL CONSTRUCTION AND RECYCLING</b>	30	23	1,399	0
<b>CIVIL CONSTRUCTION AND RECYCLING AND SOLID WASTE</b>	0	2	574	0
<b>CIVIL CONSTRUCTION AND RECYCLING AND SOLID WASTE AND SUSTAINABILITY</b>	0	0	54	0

Fonte: Autoria própria (2020).

Considerando o resultado encontrado na base WIPO com o cruzamento final de palavras, quando são usados os termos construção civil, reciclagem, resíduos sólidos e sustentabilidade, a pesquisa foi norteadada 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 únicos depositários, com 24 e 18 patentes respectivamente para cada, o que representa 44,44% para os Estados Unidos e 33,33% para a Organização Mundial de Propriedade Intelectual, do total de documentos encontrados.

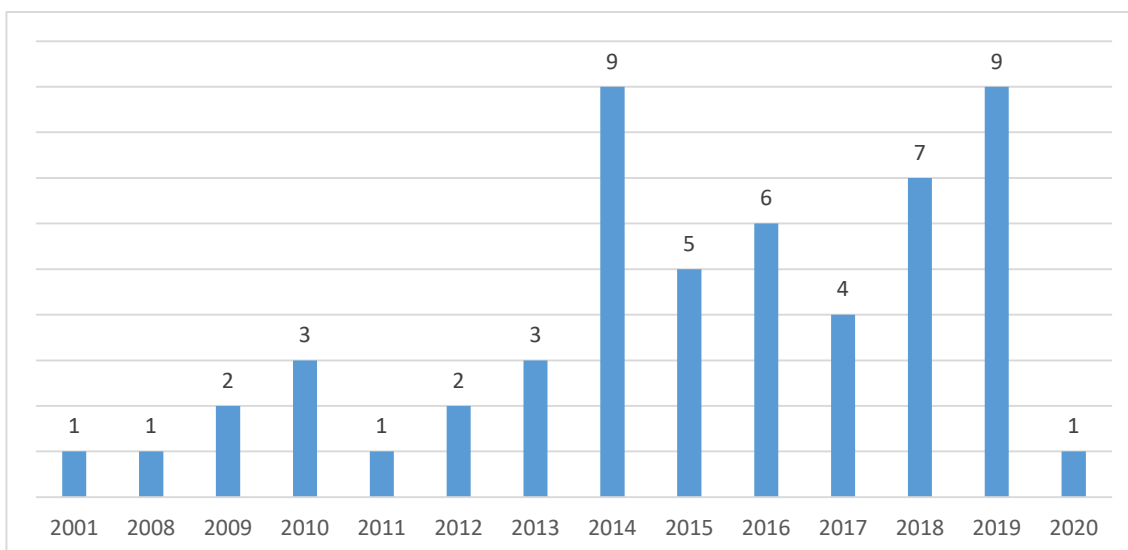
Figura 1 – Distribuição de patentes depositadas na base WIPO por país.



Fonte: Autoria própria (2020).

Utilizando os 54 documentos encontrados na base WIPO com as palavras-chave construção civil, reciclagem, resíduos sólidos e sustentabilidade, verificou-se que o depósito de patentes envolvendo essa classe iniciou-se em 2001 (Figura 2), com 1 patente depositada com o título “*Treatment of oil-based drilling mud cuttings*”. A partir de então, o número de patentes depositadas mostrou-se em constante evolução, sendo que os anos de 2014 e 2019 apresentaram os maiores números de documentos encontrados, com 9 patentes depositadas em cada, 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 resíduos sólidos vêm sendo cada vez mais utilizados como fontes de novos produtos tecnológicos pelas indústrias, especialmente na construção civil.

Figura 2 – Evolução anual de depósitos de patente na base WIPO.

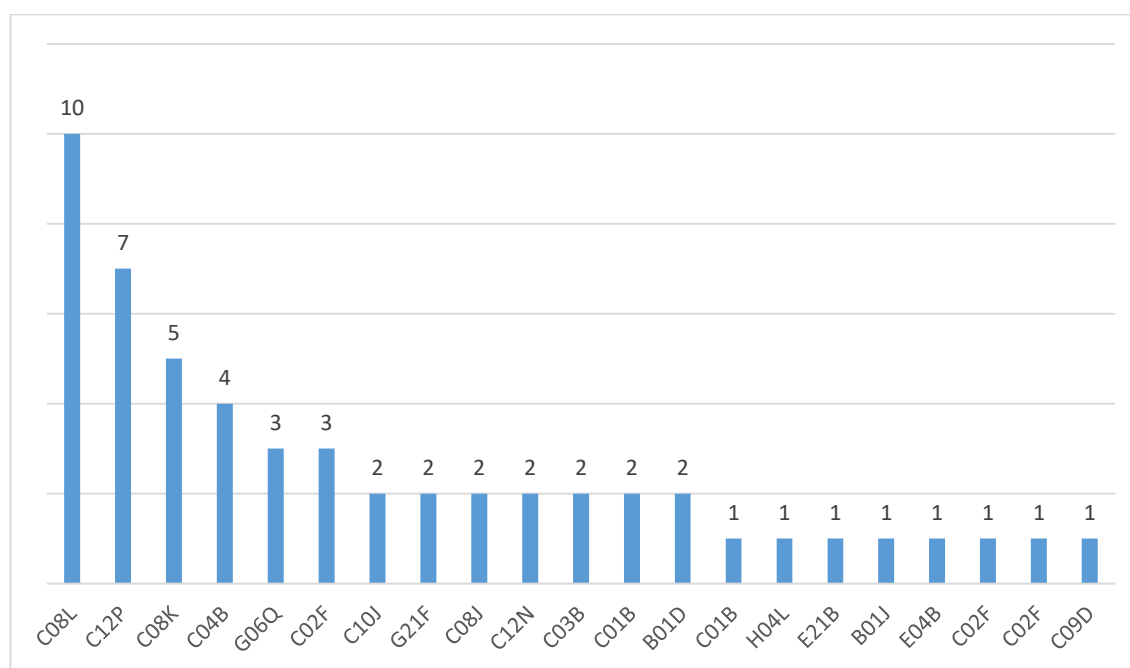


Fonte: Autoria própria (2020).

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 C (química; metalurgia) foi considerada a seção na qual há o maior número de patentes depositadas, com 87,04% das patentes nessa classe. Dentre os depósitos de patentes encontrados na seção C, 10 estão alocadas na subclasse C08L (composição de compostos macromoleculares).

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 resíduos sólidos reciclados utilizados na construção civil é recente, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 2001, atingindo o número máximo de patentes em 2014 e 2019. Os Estados Unidos e a Organização Mundial de Propriedade Intelectual são considerados os principais países depositários, com 24 e 18 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 C08L, que é subclasse da área química e metalúrgica. Sendo assim, observando os dados, sugere-se que uma das principais aplicações dos resíduos sólidos na construção civil dá-se através da área de sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÂNGULO, S. C.; KAHN, H.; JOHN, V. M.; ULSEN, C. **Metodologia de caracterização de resíduos de construção e demolição**. In: SEMINÁRIOS DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 6., São Paulo, 2003. Anais. São Paulo: IBRACON, 2003.

F. F. Santos, L. U. D. Tambara Júnior, N. F. Cechin, V. L. Almeida, M. A. B. Sousa, Iberoam. J. Ind. Eng. 4, 8 (2012) 1.

M. C. R. Halmeman, P. C. Souza, A. N. Casarin, Revista Tecnológica, Ed. Especial ENTECA (2009) 203.

M. F. N. Santos, R. A. G. Battistelle, C. Y. Hori, P. S. Julioti, GEPROS - Gestão da Produção, Operações e Sistemas, 2 (2011) 57.

R. C. C. Lintz, A. E. P. G. A. Jacintho, L. L. Pimentel, L. A. Gachet-Barbosa, Revista IBRACON de Estruturas e Materiais 5, 2 (2012) 18.

TOLSTOY, N.; BJÖRKLUND, C.; CARLSON, P. O. **Material flow in the construction and heavy engineering sector**. In: CIB WORLD CONGR. CONSTRUCTION AND ENVIRONMENT. Proceedings. Gävle, June 1998. CIB : Rotterdam, 1998, v.1, p.857-864.

## Capítulo 6

### APLICAÇÃO DE MATERIAIS AVANÇADOS NA OPTICA

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

#### RESUMO

No decorrer dos anos é fácil notar que o homem manipula a matéria para obter propriedades diferentes das convencionais. Há muito tempo, pessoas utilizam materiais deliberadamente em peças de artes, mas sem se preocupar com os processos físicos que ocorriam naquele material. Os materiais com nanopartículas têm uma área de superfície elevada isso pode influenciar na interação molecular do polímero resultando em alterações significativas nas suas propriedades físicas, térmicas e ópticas. Os elétrons livres dentro do metal são a principal razão pela qual o metal não é transparente e é altamente reflexivo à luz. Assim, uma das principais aplicações dos metais em óptica são espelhos. Em materiais ópticos, entretanto, a maioria dos projetos em estudo incorporam metais na estrutura de dielétricos. 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: “*Optics and “advanced materials” and applications*” foram encontrados 0 patentes na base WIPO, 22 na base dos Estados Unidos (USPTO), 1323 patentes na base europeia ESPACENET, e nenhuma na base brasileira INPI, totalizando 1345 patentes. A classificação internacional (CIP) abrangeu diversas áreas. As principais CIP encontradas foram: B82Y20 referente a nano óptica, óptica quântica e cristais fotônicos; C01B32, sobre carbono e seus compostos; e C23C14 sobre revestimento de materiais. 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

No decorrer dos anos é fácil notar que o homem manipula a matéria para obter propriedades diferentes das convencionais. Há muito tempo, pessoas utilizam materiais deliberadamente em peças de artes, mas sem se preocupar com os processos físicos que ocorriam naquele material. Dielétricos são materiais muito utilizados em componentes e dispositivos ópticos, particularmente em sistemas de comunicação óptica. Isso ocorre porque a luz é efetivamente manipulada somente quando pode passar eficientemente através de um meio transparente, ou seja: sem sofrer forte absorção (BARBER, 1990 apud; NETO, 2017)

Os materiais com nanopartículas têm uma área de superfície elevada pelo que quando dispersas em matrizes poliméricas promovem alterações nas propriedades da matriz, relacionadas com a interação química específica entre as cargas e o polímero. Isso pode influenciar na interação molecular do polímero resultando em alterações significativas nas suas propriedades físicas, térmicas e ópticas (BARBER, 1990).

Os materiais metálicos reagem de uma forma diferente, que é originada principalmente dos elétrons de condução. O modelo de elétrons livres considera que os elétrons nos metais se comportam como as moléculas de um gás clássico. Os elétrons livres dentro do metal são a principal razão pela qual o metal não é transparente e é altamente reflexivo à luz. Assim, uma das principais aplicações dos metais em óptica são espelhos. Em materiais ópticos, entretanto, a maioria dos projetos em estudo incorporam metais na estrutura de dielétricos. O contraste nítido entre a resposta óptica dos metais e a dos dielétricos é essencial para a formação de meta-átomos de elementos funcionais (CAI, 2009).

## 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 “Óptica and “materiais avançados” and aplicações”, *em português* e “Optics and “advanced materials” and 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

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 0 patentes na base WIPO, 22 na base dos Estados Unidos (USPTO), 1323 patentes na base europeia ESPACENET, e nenhuma na base brasileira INPI, totalizando 1345 patentes,



mostrando que a aplicação dessa tecnologia já está em desenvolvimento. Os gráficos gerados são das patentes encontradas utilizando “*Optics and “advanced materials” and applications*” na base USPTO.

Tabela 1: Palavras chave utilizadas na busca de patentes.

PALAVRAS-CHAVE	EPO	WIPO	USPTO	INPI
Óptica	460996	66206	8944	2556
Óptica and “materiais avançados”	1588	17	28	0
Óptica and “materiais avançados” and aplicações	1323	0	22	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 1997. Percebe-se que os pedidos de depósitos ocorreram antes do século XX, provando ser uma área de grande desenvolvimento científico e tecnológico, devido ao seu tempo em pesquisa. Nos anos seguintes ainda foram encontradas patentes depositadas mesmo que de forma irregular.

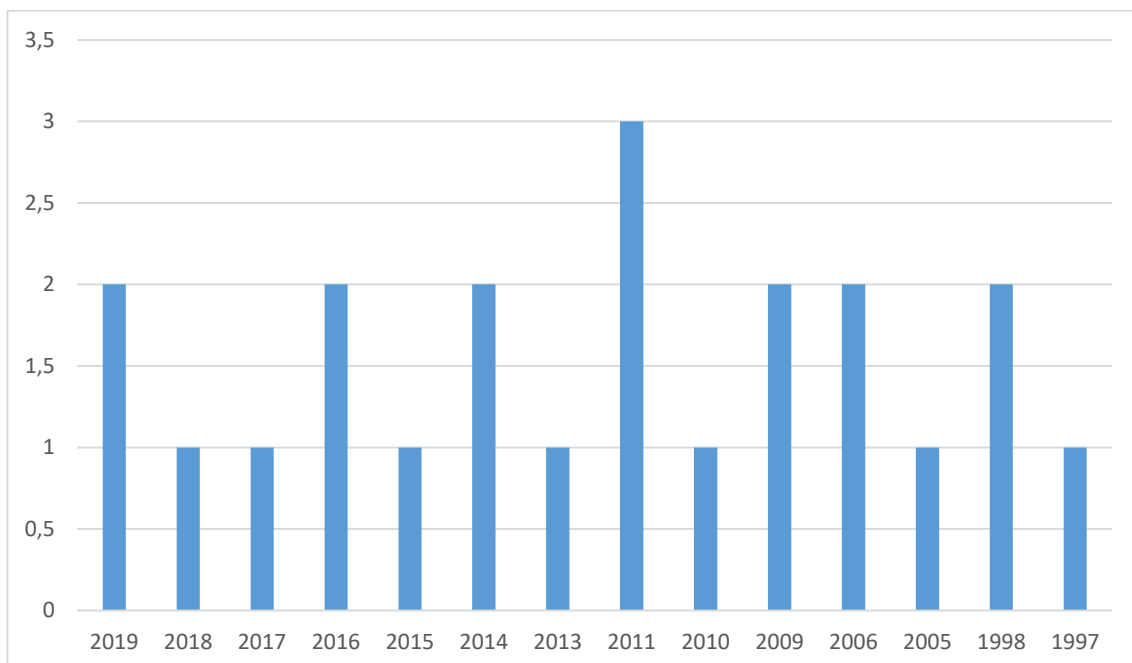
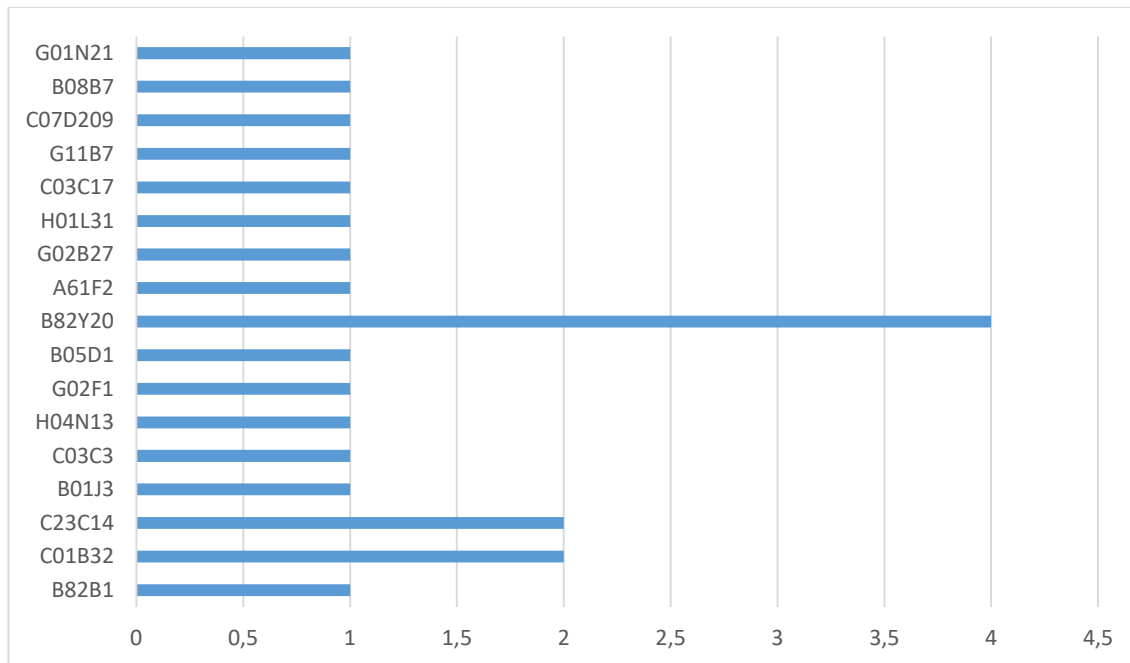


Figura 1: Patente depositada por ano, com *Optics and “advanced materials” and applications* como palavras-chaves.

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

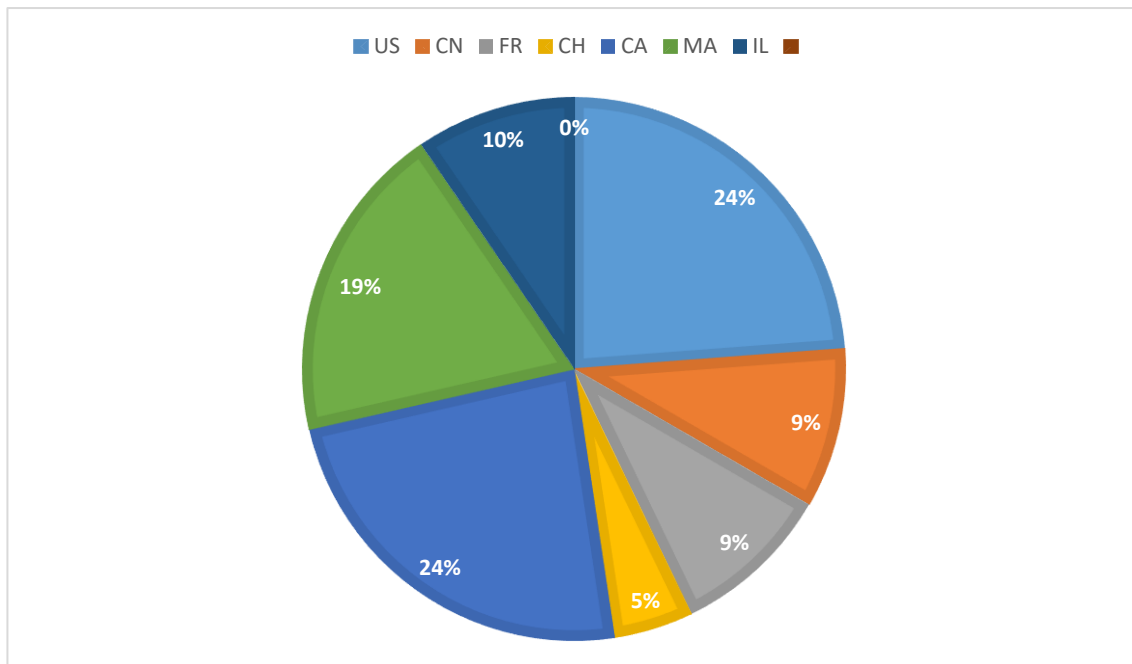
Um quesito importante na busca de depósitos de patentes é a Classificação Internacional de Patentes (CIP), que é a base para a elaboração de estatísticas sobre propriedade industrial, que permitam a avaliação do desempenho tecnológico em diversas áreas. A figura 2 revela as principais classificações internacionais de cada patente depositada no USPTO. As principais CIP encontradas foram: B82Y20 referente a nano óptica, óptica quântica e cristais fotônicos; C01B32, sobre carbono e seus compósitos; e C23C14 sobre revestimento de materiais. Cada patente estava direcionada a uma classificação distinta porém dentro do assunto avaliado.



**Figura 2:** Patente depositada por CIP, com *Optics and “advanced materials” and applications* 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 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, *Optics and “advanced materials” and applications* como palavras-chaves.

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

### Conclusão

Os dados apresentados com a prospecção mostraram que o uso material avançados na óptica 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 de próteses e aplicações oculares relacionadas 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.

### Referências

D.J Barber, I.C Freestone (1990) An investigation of the origin of the color of the Lycurgus cup by analytical transmission electron-microscopy. *Archaeometry* 32:33–45.

J. D.Jackson, Classical Electrodynamics (3rd ed.). New York: Wiley (1998).

W. Cai,, and V. Shalaev, Optical Metamaterials: Fundamentals and Applications Springer, New York. (2009).

SILVA NETO, Manoel Leonardo da. **Síntese de uma metaestrutura formada por nanofios de prata em membranas de alumina anódica e caracterização da sua absorção óptica não linear.** 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

## Capítulo 7

### NANOCOMPOSITOS CONDUTORES DE ALTO DESEMPENHO

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

#### RESUMO

A investigação e produção de novos materiais envolvendo conhecimentos ligados à nanotecnologia é hoje amplamente realizada dentro da comunidade científica. Outro material que está sendo bastante investigado é o grafeno e suas diversas formas de organização que passaram a ter grande interesse após a descoberta dos nanotubos de carbono, e devido às características intrínsecas materiais unidimensionais, os nanotubos têm sido considerados candidatos para serem aplicados como condutores de eletricidade e calor, catalisadores, sensores, entre outros. Uma das aplicações em que eles mais se destacam é na sua utilização em filmes transparentes e condutores. 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: *Nanocomposites and conductors and "high performance"* foram encontrados 1 patentes na base WIPO, 11 na base dos Estados Unidos (USPTO), 233 patentes na base europeia ESPACENET, e nenhuma na base brasileira INPI, totalizando 245 patentes. A classificação internacional (CIP) abrangeu diversas áreas. As principais CIP encontradas foram: B82Y30 referente a nanotecnologia para ciência dos materiais e superfícies; e H01L51 sobre dispositivos de estado sólido usando materiais orgânicos como parte ativa ou usando uma combinação de materiais orgânicos com outros materiais como parte ativa. 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: nanocompositos, grafeno, materiais.

#### 1. Introdução

A investigação e produção de novos materiais envolvendo conhecimentos ligados à nanotecnologia é hoje amplamente realizada dentro da comunidade científica. As excelentes propriedades físicas e químicas dos nanomateriais permitem diversas aplicações, desde o reforço estrutural à produção de materiais com menores impactos ambientais (PPAUL, 2008).

As principais diferenças entre compósitos poliméricos e nanocompositos poliméricos baseiam-se essencialmente nas características dos materiais de reforço dispersos na matriz polimérica. Para além das dimensões das partículas de reforço, no caso de compósitos poliméricos (LEIXAS, 2010).

Outro material que está sendo bastante investigado é o grafeno e suas diversas formas de organização que passaram a ter grande interesse após a descoberta dos nanotubos de carbono, e devido às

características intrínsecas materiais unidimensionais, os nanotubos têm sido considerados candidatos para serem aplicados como condutores de eletricidade e calor, catalisadores, sensores, entre outros. Uma das aplicações em que eles mais se destacam é na sua utilização em filmes transparentes e condutores (ZHANG, 2000).

## 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 "Nanocompositos and condutores and alto desempenho, *em português* e Nanocomposites and conductors and "high performance" 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 encontrados 1 patentes na base WIPO, 11 na base dos Estados Unidos (USPTO), 233 patentes na base europeia ESPACENET, e nenhuma na base brasileira INPI, totalizando 245 patentes, mostrando que a aplicação dessa tecnologia já está em desenvolvimento. Os gráficos gerados são das patentes encontradas utilizando "Nanocomposites and conductors and "high performance" na base USPTO.

Tabela 1: Palavras chave utilizadas na busca de patentes.

PALAVRAS-CHAVE	EPO	WIPO	USPTO	INPI
Nanocomposites	24501	3765	395	148
Nanocomposites and conductors	1080	17	32	3
Nanocomposites and conductors and "high performance"	233	1	11	0

Fonte: Aatoria 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 2009. Percebe-se que os pedidos de depósitos ocorreram depois do século XX, provando ser uma área de grande desenvolvimento científico e tecnológico, porem uma área de recente descoberta. Nos anos seguintes ainda foram encontradas patentes depositadas mesmo que de forma um pouco irregular.

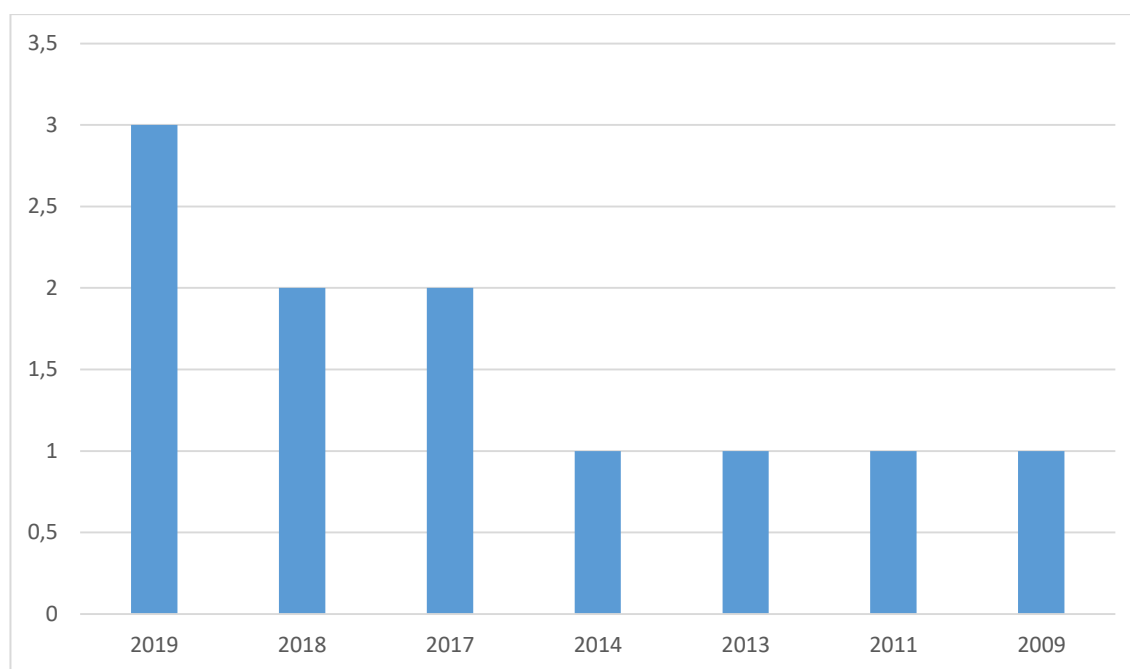
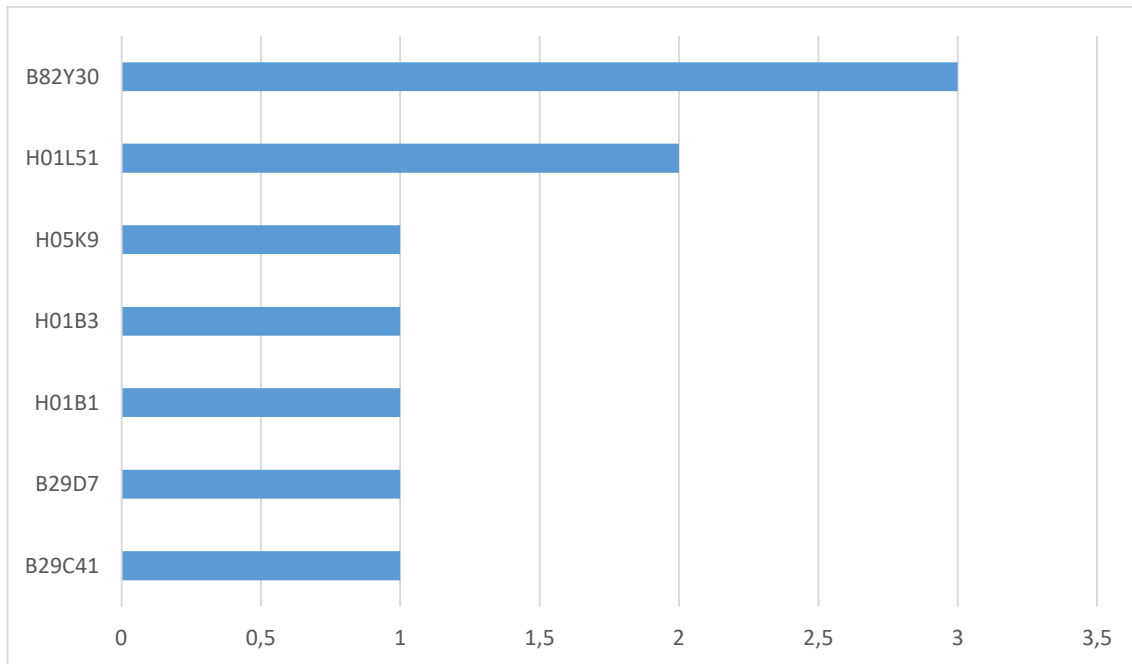


Figura 1: Patente depositada por ano, com Nanocomposites and conductors and "high performance" como palavras-chaves.

Fonte: Aatoria 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 USPTO. As principais CIP encontradas foram: B82Y30 referente a nanotecnologia para ciência dos materiais e superfícies; e H01L51 sobre dispositivos de estado sólido usando materiais orgânicos como parte ativa ou usando uma combinação de materiais orgânicos com outros materiais como parte ativa. Cada patentes estava direcionada a uma classificação distinta porem dentro do assunto avaliado.

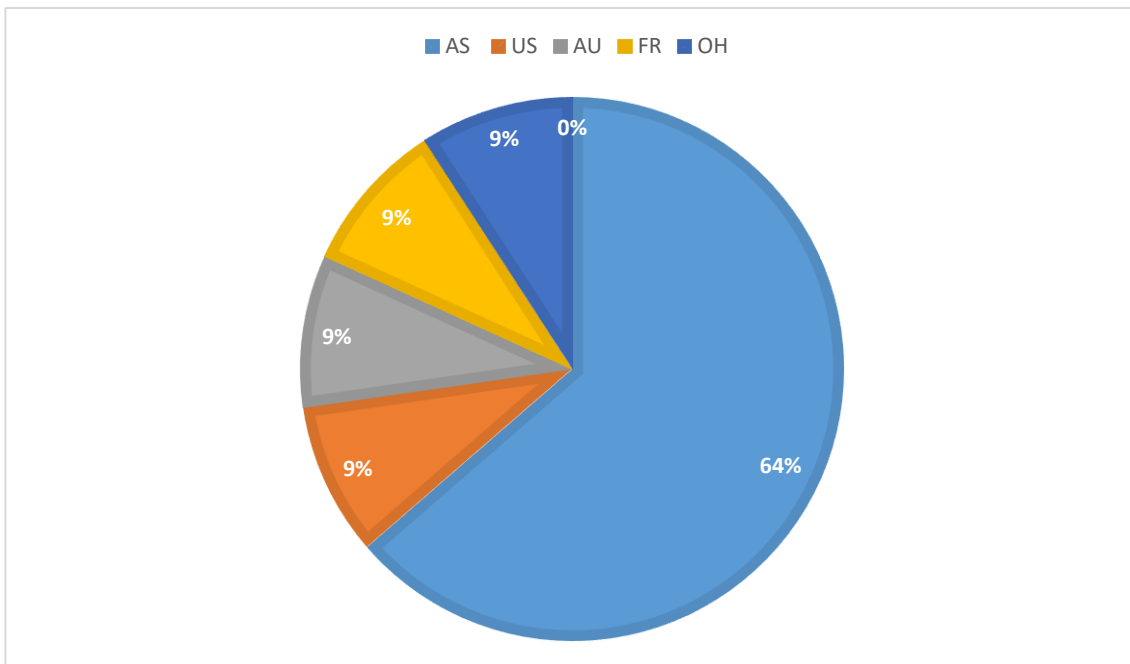


**Figura 2:** Patente depositada por CIP, com *Nanocomposites and conductors and "high performance"* como palavras-chaves.

**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 país que mais possui número de patentes depositadas referente a biomateriais para cirurgias craniomaxilofaciais é os Arábia Saudita, um resultado interessante e inovador uma vez que em outras pesquisas o país não tem se destacado.





**Figura 3:** Patentes depositadas por país, Nanocomposites and conductors and "high performance" como palavras-chaves.

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

### Conclusão

Os dados apresentados com a prospecção mostraram que o uso materiais avançados na óptica 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 de próteses e aplicações oculares relacionadas com a saúde humana. O país que mais possui patentes depositadas é a Arábia Saudita quando relacionadas a pesquisa, as patentes encontradas nessa área são a respeito de nanotecnologia em superfície de materiais.

A classificação internacional abrangeu a área de biomateriais relacionados nanotecnologia. Ao realizar a busca com os termos "*Nanocomposites and conductors and "high performance"*" foi possível encontrar 245 patentes que correlacione aos termos, neste sentido, considera-se importante a disseminação dessa tecnologia devido ao número de trabalhos já desenvolvidos na área.

### Referências

Paul DR, Robeson LM Polymer nanotechnology: Nanocomposites, Polymer, 49, 2008, pp. 3187-3204

Leixas J, Peçanha P, Souto R, Cristina T, Souto T, Nanocompósitos poliméricos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (Rio de Janeiro)

ZHANG, L. D., MENG, G. W., PHILLIPP, F., Synthesis and characterization of nanowires and nanocables. Materials Science and Engineering: A, v. 286, p.34-38, 2000.

## Capítulo 8

### EVOLUÇÃO DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

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

#### RESUMO

Como muitos outros setores, a indústria automobilística está expandindo rapidamente a utilização de sistemas e de componentes eletrônicos. Praticamente todas as funções dos veículos modernos sofisticados como aceleração, frenagem, controles de tração, de estabilidade e de injeção de combustível. A substituição pela indústria automobilística de materiais tradicionais por plástico se deu de forma gradativa ao longo de vários anos, mas apenas nas últimas décadas é que o ritmo dessa substituição se acelerou. 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: *industry and automobiles and "technological innovations" and evolution* foram encontrados 0 patentes na base WIPO, 0 na base dos Estados Unidos (USPTO), 4 patentes na base europeia ESPACENET, e nenhuma na base brasileira INPI, totalizando 4 patentes. A classificação internacional (CIP) abrangeu diversas áreas. As principais CIP encontradas foram: A61N 7 referente a dispositivos ou aparelhos aplicáveis a ambos, terapia e diagnóstico; e B60S5 sobre veículos adaptados ao transporte de uma oficina de abastecimento ou manutenção. Com a busca de anterioridade foi possível perceber o quanto importante é a utilização de polímeros como novos materiais na automobilística, esse tipo de material é conhecido e explorado de forma reduzida.

Palavras-chaves: automobilística, polímeros, materiais.

#### Introdução

Nas últimas décadas, a indústria automobilística vem passando por várias e importantes mudanças. A substituição pela indústria automobilística de materiais tradicionais por plástico se deu de forma gradativa ao longo de vários anos, mas apenas nas últimas décadas é que o ritmo dessa substituição se acelerou. (APME, 1999).

Como muitos outros setores, a indústria automobilística está expandindo rapidamente a utilização de sistemas e de componentes eletrônicos. Praticamente todas as funções dos veículos modernos sofisticados como aceleração, frenagem, controles de tração, de estabilidade e de injeção de combustível (FINE, 1996)

Os polímeros têm demonstrado um alto índice de confiabilidade e muitas vantagens sobre os materiais tradicionais que vieram a substituir, tais como o aço, o alumínio e o vidro, por exemplo. Além de permitir maior flexibilidade de projeto e economia na produção, sua baixa densidade é essencial para a redução do consumo de combustíveis, uma vez que a substituição de materiais diversos por cerca de 100 quilos de plástico, em um

carro pesando 1 tonelada, trará uma economia de combustível de 7,5%. Aproximadamente, para 100 quilos de peças plásticas utilizadas em um veículo, 200 a 300 quilos de outros materiais deixam de ser consumidos, o que se reflete em seu peso final. Assim, um automóvel, com uma vida útil de 150 mil quilômetros, poderá economizar 750 litros de combustível devido a utilização dos plásticos (APC, 1999)

## 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 *indústria and automobilística and "inovação tecnológica" and evolução em português e industry and automobiles and "technological innovations" and evolution* 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

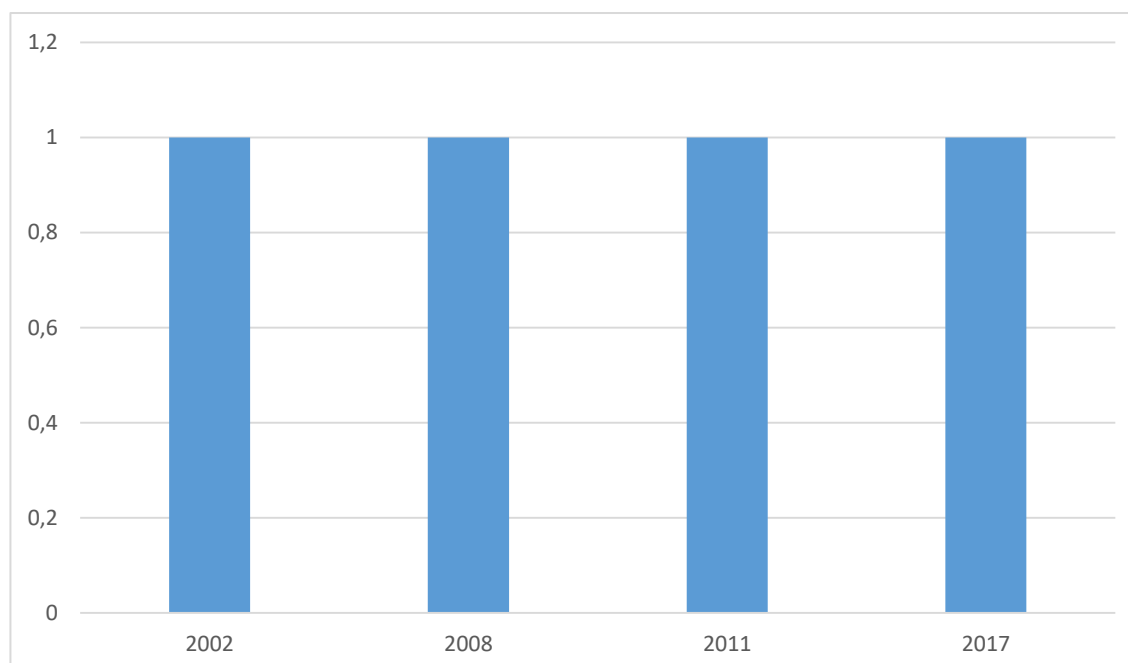
Ao final da realização da pesquisa foi possível construir a seguinte tabela com as quantidades de patentes encontradas nos bancos de dados utilizados e citados anteriormente (EPO, USPTO, WIPO, INPI), com base nos dados encontrados foi possível criar gráficos para analisar de forma clara e concisa os 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 0 patentes na base WIPO, 0 na base dos Estados Unidos (USPTO), 4 patentes na base europeia ESPACENET, e nenhuma na base brasileira INPI, totalizando 4 patentes, mostrando que a aplicação dessa pesquisa é muito recente e pequena. Os gráficos gerados são das patentes encontradas utilizando *industry and automobiles and "technological innovations" and evolution* na base EPO.

Tabela 1: Palavras chave utilizadas na busca de patentes.

PALAVRAS-CHAVE	EPO	WIPO	USPTO	INPI
industry	4704327	707231	8170	3805
industry and automobiles	124361	1204	174	29
industry and automobiles and "technological innovations"	98	0	0	0
industry and automobiles and "technological innovations" and evolution	4	0	0	0

**Fonte:** Autoria própria (2020).

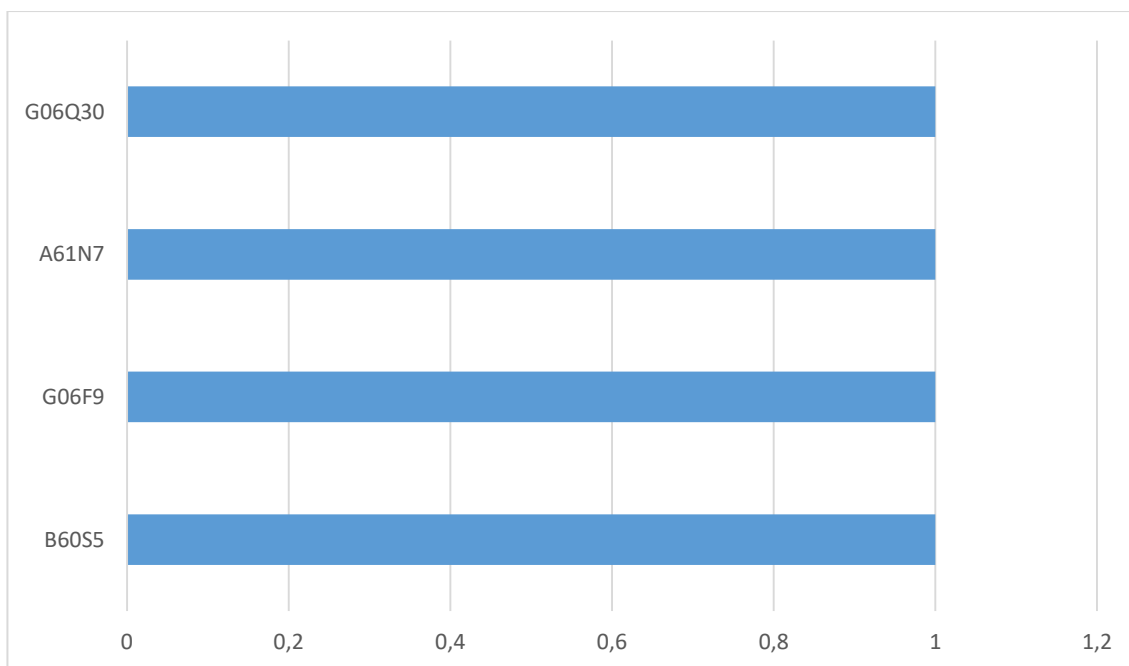
Foi realizada uma busca de patentes depositadas de acordo com seu ano de publicação, com o objetivo de verificar a evolução anual em depósito. Na figura 1 é possível verificar que a primeira patente foi depositada em 2002. Percebe-se que os pedidos de depósitos ocorreram depois do século XX, provando ser uma área de grande desenvolvimento científico e tecnológico, porem uma área de recente descoberta. Nos anos seguintes ainda foram encontradas algumas patentes depositadas de forma regular.



**Figura 1:** Patente depositada por ano, com *industry and automobiles and "technological innovations" and evolution* como palavras-chaves.

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

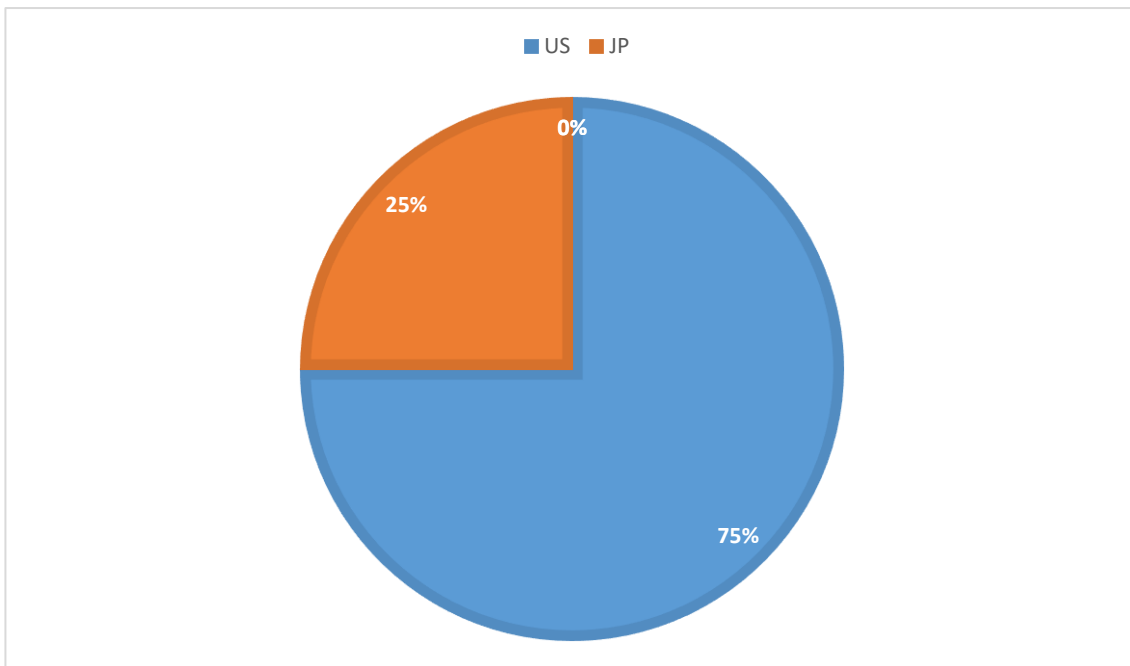
Um quesito importante na busca de depósitos de patentes é a Classificação Internacional de Patentes (CIP), que é a base para a elaboração de estatísticas sobre propriedade industrial, que permitam a avaliação do desempenho tecnológico em diversas áreas. A figura 2 revela as principais classificações internacionais de cada patente depositada no USPTO. As principais CIP encontradas foram: A61N7 referentes a dispositivos ou aparelhos aplicáveis a ambos, terapia e diagnóstico; e B60S5 sobre veículos adaptados ao transporte de uma oficina de abastecimento ou manutenção. Cada patente estava direcionada a uma classificação distinta porém dentro do assunto avaliado.



**Figura 2:** Patente depositada por CIP, com industry and automobiles and "technological innovations" and evolution 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 país que mais possui número de patentes depositadas referente a biomateriais para cirurgias craniomaxilofaciais é os Estados Unidos provavelmente devido ser uma potência mundial que investe em pesquisa e ser o primeiro país a depositar.



**Figura 3:** Patentes depositadas por país, industry and automobiles and "technological innovations" and evolution como palavras-chaves.

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

### Conclusão

Os dados apresentados com a prospecção mostraram que o uso materiais na indústria automobilística 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 de próteses e aplicações oculares relacionadas com a saúde humana. O país que mais possui patentes depositadas é os Estados Unidos provavelmente devido ser uma potência mundial que investe em pesquisa e ser o primeiro país a depositar, as patentes encontradas nessa área são a respeito de manutenções e transporte de automóveis.

A classificação internacional abrangeu a área de novos materiais na manutenção de automóveis. Ao realizar a busca com os termos *industry and automobiles and "technological innovations" and evolution* foi possível encontrar 4 patentes que correlacione aos termos, neste sentido, considera-se importante a disseminação dessa tecnologia devido ao número extremamente pequeno de trabalhos já desenvolvidos na área.

**Referências**

APME (Association of Plastic Manufacturers in Europe) (1999) *A material for choice for the automotive industry*, Summer 1999.

FINE, C. H. et al. (1996). *The U.S. Automobile Manufacturing Industry*. U.S. Department of Commerce, Office of Technology Policy.

APC (American Plastic Council) (1999) *Plastic vehicles: making inroads in the automotive world*, April 1999



## Capítulo 9

### APLICAÇÃO DE AÇO INOXIDAVEL NA AERONAUTICA

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

#### RESUMO

A facilidade em transmitir calor e energia fez do cobre o material ideal para a aplicação em instalações de condução de energia elétrica (fios de cobre), equipamentos geradores e motores de diversas dimensões e potências. Além disso, por ser não magnético, passou a ser integrante de dispositivos microeletrônicos, fortemente empregados no setor informático. Desde a antiguidade, a procura por materiais constituídos de elementos que pudessem resistir a esforços mecânicos, possuísem a capacidade de transmitir calor de forma eficiente e fossem fáceis de trabalhar, foi um desafio para a engenharia. 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: *Nanocomposites and conductors and "high performance"* foram encontrados 1296 patentes na base WIPO, 13 na base dos Estados Unidos (USPTO), 1192 patentes na base europeia ESPACENET, e nenhuma na base brasileira INPI, totalizando 2501 patentes. A classificação internacional (CIP) abrangeu diversas áreas. As principais CIP encontradas foram: B82Y30 referente a nanotecnologia para ciência dos materiais e superfícies; e H01L51 sobre dispositivos de estado sólido usando materiais orgânicos como parte ativa ou usando uma combinação de materiais orgânicos com outros materiais como parte ativa. 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: nanocompositos, grafeno, materiais.

#### Introdução

Desde a antiguidade, a procura por materiais constituídos de elementos que pudessem resistir a esforços mecânicos, possuísem a capacidade de transmitir calor de forma eficiente e fossem fáceis de trabalhar, foi um desafio para a engenharia. A facilidade em transmitir calor e energia fez do cobre o material ideal para a aplicação em instalações de condução de energia elétrica (fios de cobre), equipamentos geradores e motores de diversas dimensões e potências. Além disso, por ser não magnético, passou a ser integrante de dispositivos microeletrônicos, fortemente empregados no setor informático (AMÂNCIO, 2013).

Os aços inoxidáveis endurecíveis por precipitação são divididos em três grupos: aços austeníticos, semiausteníticos e martensítico. As composições desses aços devem ser cuidadosamente balanceadas para produzirem endurecimento por dois mecanismos separados, por meio da transformação da austenita em martensita e posterior precipitação, via tratamento térmico de envelhecimento, de compostos intermetálicos (PECKNER et al., 1977, WHITE, 1969; apud CASTELETTI, 2010).

Os tratamentos térmicos consistem de três passos básicos em alguns tipos desses aços (austeníticos e semi-austeníticos): condicionamento da austenita, transformação para martensita e posterior precipitação ou envelhecimento. No caso dos martensíticos, não é necessário o tratamento de condicionamento (FINE, 1964)

## 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 "Nanocompositos and condutores and alto desempenho, *em português e stainless steel*" and *aeronautics and 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.

## 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 encontrados 1296 patentes na base WIPO, 13 na base dos Estados Unidos (USPTO), 1192 patentes na base europeia ESPACENET, e nenhuma na base brasileira INPI, totalizando 2501 patentes, mostrando que a aplicação dessa tecnologia já está em desenvolvimento. Os gráficos gerados são das patentes encontradas utilizando *stainless steel*" and *aeronautics and applications* na base USPTO.

Tabela 1: Palavras chave utilizadas na busca de patentes.

PALAVRAS-CHAVE	EPO	WIPO	USPTO	INPI
"stainless steel"	2201082	1255499	7269	1361
"stainless steel" and aeronautics	2320	1798	16	2
"stainless steel" and aeronautics and applications	1192	1296	13	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 1976. Percebe-se que os pedidos de depósitos ocorreram antes do século XX, provando ser uma área de grande desenvolvimento científico e tecnológico, e com já um tempo estabelecida. Nos anos seguintes ainda foram encontradas patentes depositadas mesmo que de forma um pouco irregular.

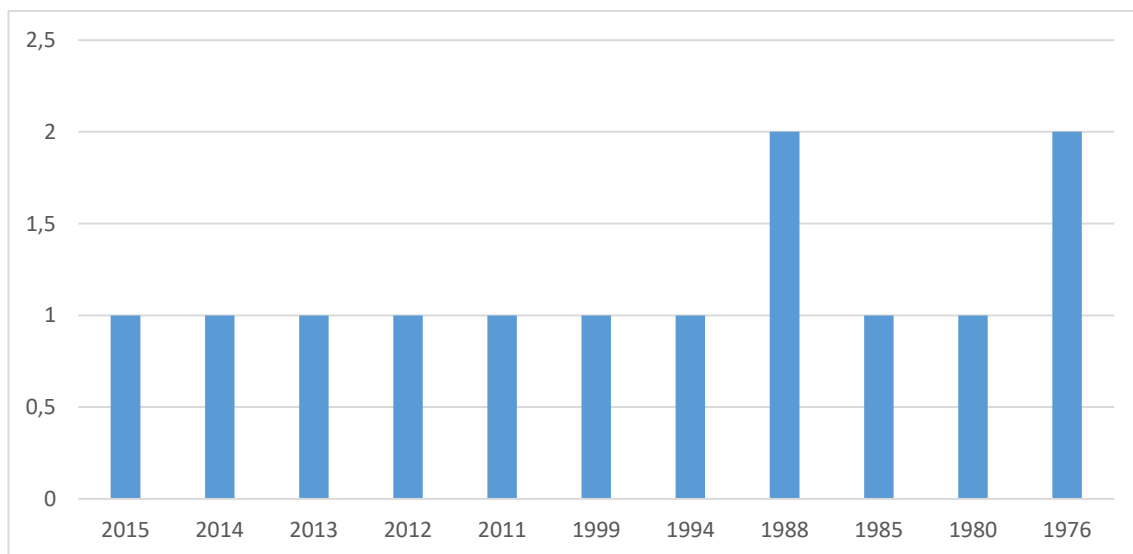
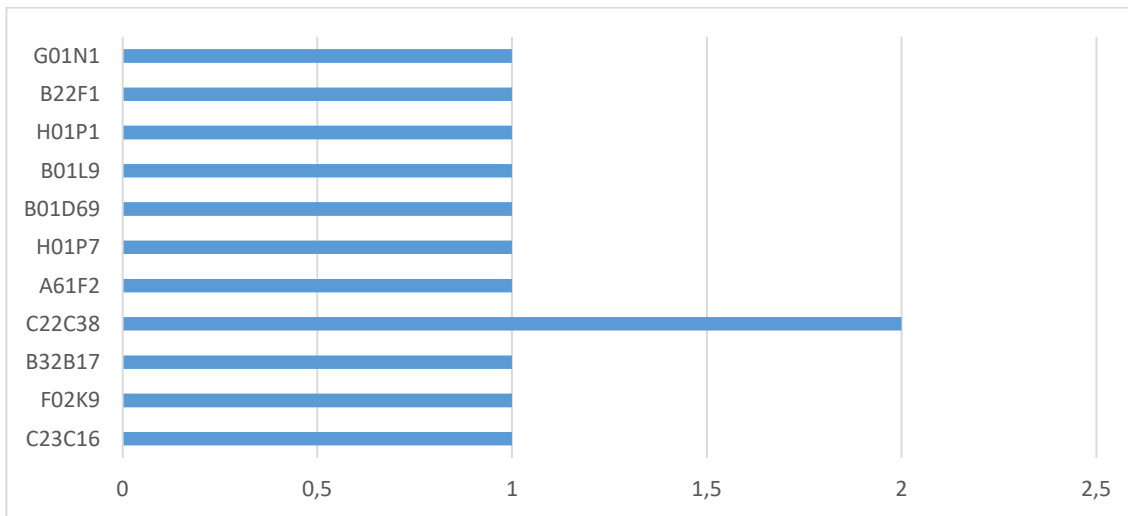


Figura 1: Patente depositada por ano, com "stainless steel" and "aeronautics and applications" como palavras-chaves.

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 figuras 2 revela as principais classificações internacionais de cada patente deposita no USPTO. A principal classificação encontrada foi a C22C 38 sobre ligas de ferro

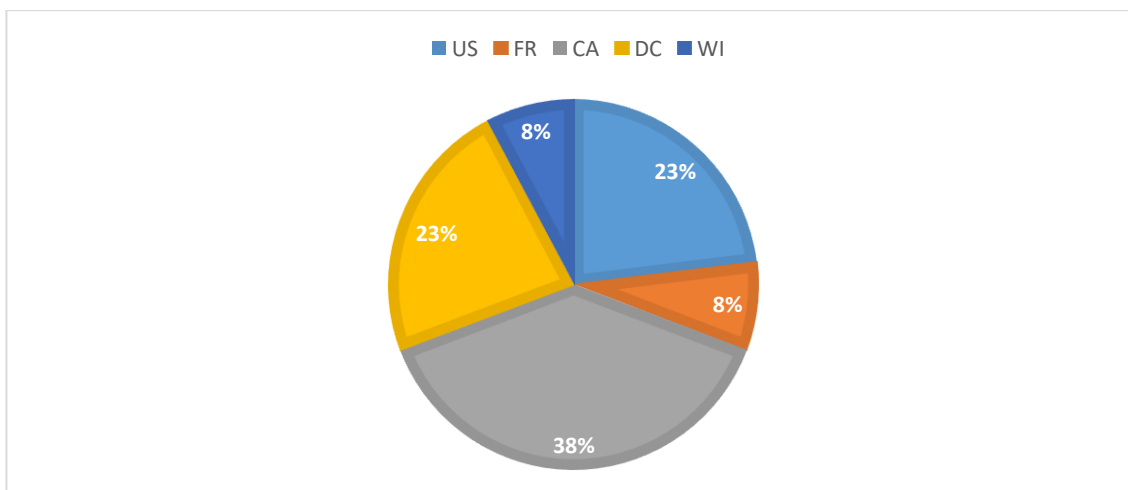
fundido. As demais classificações estavam direcionadas cada uma classificação distinta porem dentro do assunto avaliado.



**Figura 2:** Patente depositada por CIP, com *Nanocomposites and conductors and "high performance"* 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 país que mais possui número de patentes depositadas referente a biomateriais para cirurgias craniomaxilofaciais é o Canada por ser uma potência mundial e ter sido o primeiro a depositar.



**Figura 3:** Patentes depositadas por país, *stainless steel" and aeronautics and applications* como palavras-chaves.

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

## Conclusão

Os dados apresentados com a prospecção mostraram que o uso materiais avançados na óptica 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 de próteses e aplicações oculares relacionadas com a saúde humana. O país que mais possui patentes depositadas é o Canada quando relacionadas a pesquisa, as patentes encontradas nessa área são a respeito de ligas metálicas.

A classificação internacional abrangeu a área de aços inoxidáveis utilizados na aeronáutica. Ao realizar a busca com os termos *stainless steel" and aeronautics and applications* foi possível encontrar totalizando 2501 patentes, mostrando que a aplicação dessa tecnologia já está em desenvolvimento.

## Referências

- AMÂNCIO, Daniel Assis et al. TORNEAMENTO DA SUPERLIGA AERONÁUTICA BRONZE DE ALUMÍNIO UTILIZANDO FERRAMENTAS DE METAL DURO REVISTADAS COM GEOMETRIA POSITIVA E NEGATIVA, 2013
- FINE, M.E. Precipitation Hardening. The Strengthening of Materials, Reinhold P. Corp. (Chapman), New York, 1964. 250p.
- PECKNER, D. et al. Wrought precipitation-hardenable stainless steel. Handbook of Staniless Steel, Mc Graw-Hill Book Company, p. 7-1, 1977
- WHITE, K.L. Precipitation-hardening stainless steels. Machine Design, v.41, n.2, p. 142-, 1969
- CASTELETTI, Luiz Carlos et al. Avaliação da resistência à corrosão de aços inoxidáveis com Nb endurecíveis por precipitação. **Rem: Revista Escola de Minas**, v. 63, n. 1, p. 91-95, 2010.

## Capítulo 10

### APLICAÇÃO DE LIGAS METÁLICAS COM MEMÓRIA DE FORMA

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

#### RESUMO

As ligas com memória de forma são materiais ativos que têm atraído atenção devido às suas superiores propriedades de amortecimento quando comparadas aos materiais estruturais convencionais. Esses materiais apresentam uma alta capacidade de amortecimento, tanto durante a transformação de fase quanto na fase martensítica, em baixas temperaturas. O amortecimento também depende diretamente de variáveis externas, como a taxa de aquecimento e resfriamento, além da frequência e amplitude de oscilação imposta. 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: *industry and automobiles and "technological innovations" and evolution* foram encontrados 6 patentes na base WIPO, 15 na base dos Estados Unidos (USPTO), 3166 patentes na base europeia ESPACENET, e nenhuma na base brasileira INPI, totalizando 3187 patentes. A classificação internacional (CIP) abrangeu diversas áreas. A principal classificação encontrada foi a A61K 51 sobre adesivos condutores ou géis para serem usados com eletrodos para eletrocardiografia ou para administração transcutânea de fármacos. Com a busca de anterioridade foi possível perceber o quão importante é a utilização de polímeros como novos materiais na automobilística, esse tipo de material é conhecido e explorado de forma reduzida.

Palavras-chaves: automobilística, polímeros, materiais.

#### Introdução

As ligas com memória de forma são materiais ativos que têm atraído atenção devido às suas superiores propriedades de amortecimento quando comparadas aos materiais estruturais convencionais. Esses materiais apresentam uma alta capacidade de amortecimento, tanto durante a transformação de fase quanto na fase martensítica, em baixas temperaturas (CAI, 2005).

A capacidade que o material possui de absorver vibrações é particularmente importante no que diz respeito à integridade de sistemas mecânicos. A alta capacidade de amortecimento apresentada pelas ligas com memória de forma está relacionada ao movimento de interfaces martensíticas e contornos de maclas. O amortecimento também depende diretamente de variáveis externas, como a taxa de aquecimento e resfriamento, além da frequência e amplitude de oscilação imposta (VAN, 2005).

## 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 *indústria and automobilística and “inovação tecnológica” and evolução em português e industry and automobiles and “technological innovations” and evolution* 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 encontrados 6 patentes na base WIPO, 15 na base dos Estados Unidos (USPTO), 3166 patentes na base europeia ESPACENET, e nenhuma na base brasileira INPI, totalizando 3187 patentes, mostrando que a aplicação dessa pesquisa é bem disseminado meio da pesquisa. Os gráficos gerados são das patentes encontradas utilizando *“metal alloys” and “shape memory” and applications* na base WIPO.

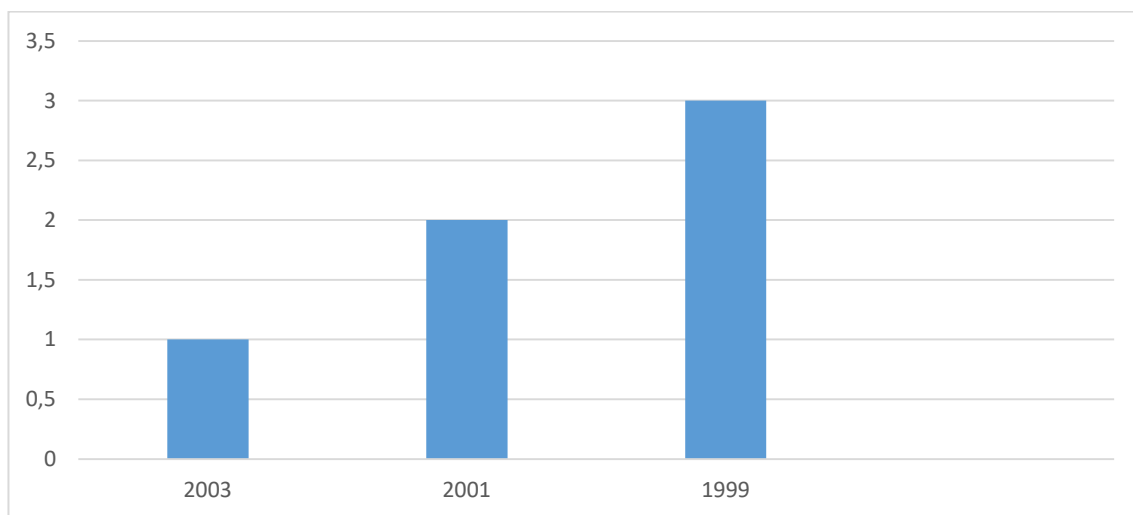
Tabela 1: Palavras chave utilizadas na busca de patentes.

PALAVRAS-CHAVE	EPO	WIPO	USPTO	INPI
<i>“metal alloys”</i>	86905	4508	788	74
<i>“metal alloys” and</i>	4000	27	25	2

"shape memory"				
"metal alloys" and "shape memory" and applications	3166	6	15	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 1999. Percebe-se que os primeiros pedidos de depósitos ocorreram só um pouco antes do século XX, provando ser uma área de grande desenvolvimento científico e tecnológico, porem uma área de recente descoberta. Nos anos seguintes ainda foram encontradas algumas patentes depositadas de forma regular.

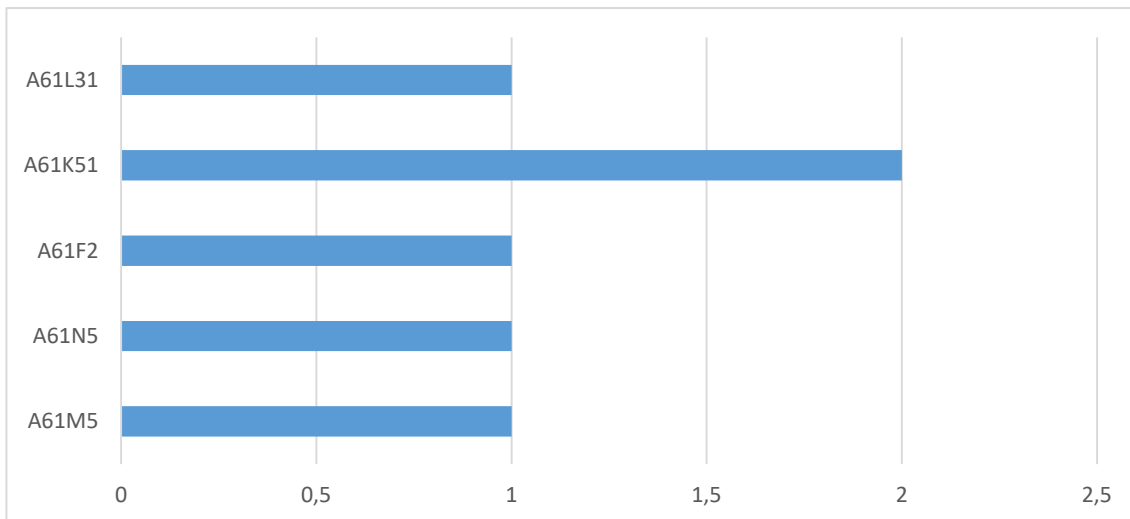


**Figura 1:** Patente depositada por ano, com "metal alloys" and "shape memory" and applications como palavras-chaves.

**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 USPTO. A principal classificação encontrada foi a A61K 51 sobre adesivos condutores ou géis para serem usados com eletrodos para eletrocardiografia ou para administração transcutânea de fármacos. Cada patentes estava direcionada a uma classificação distinta porem dentro do assunto avaliado.

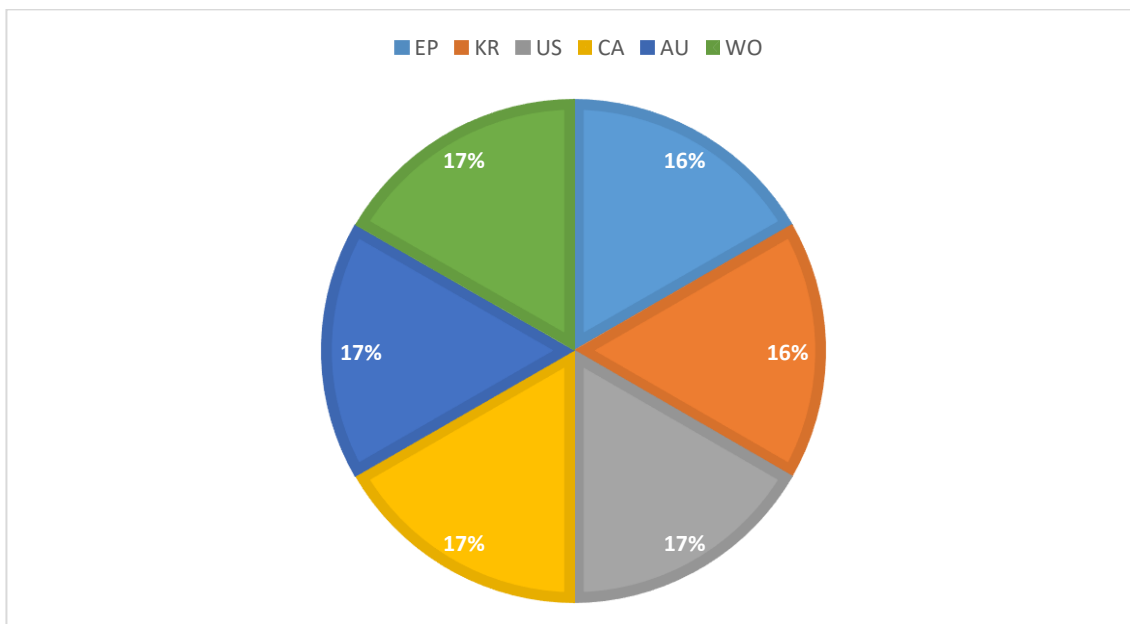




**Figura 2:** Patente depositada por CIP, "metal alloys" and "shape memory" and applications como palavras-chaves.

**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 nenhum país se destacou como detentor de patentes pois cada patente surpreendentemente foi depositada por um país distinto, essa informação demonstra que a tecnologia é altamente disseminada.



**Figura 3:** Patentes depositadas por país, "metal alloys" and "shape memory" and applications como palavras-chaves.

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

## Conclusão

Os dados apresentados com a prospecção mostraram que o uso material na indústria automobilística 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 de próteses e aplicações oculares relacionadas com a saúde humana. Pode-se perceber que nenhum país se destacou como detentor de patentes pois cada patente surpreendentemente foi depositada por um país distinto, as patentes encontradas nessa área são a respeito de manutenções adesivos condutores.

A classificação internacional abrangeu a área de novos materiais na manutenção de automóveis. Ao realizar a busca com os termos "*metal alloys*" and "*shape memory*" and *applications* foi possível encontrar 3187 patentes que correlacione aos termos, neste sentido, considera-se uma tecnologia já disseminada devido ao número de trabalhos já desenvolvidos na área.

## Referências

VAN HUMBEECK, J., "Damping capacity of thermoelastic martensite in shape memory alloys", *Journal of Alloys and Compounds*, v. 355, pp. 58-64, 2003.

CAI, W., LU, X.L., ZHAO, L.C., "Damping behavior of TiNi-based shape memory alloys", *Materials Science and Engineering*, A 394, pp. 78-82, 2005.

**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 978-65-80476-49-7



9 786580 476497 >