

**VALDIVÂNIA ALBUQUERQUE DO NASCIMENTO**  
**(ORGANIZADORA)**



**MAPEAMENTO ATRAVÉS DE  
INDICADORES TECNOLÓGICOS  
DA UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS**

**EDITORA INOVAR**

# **MAPEAMENTO ATRAVÉS DE INDICADORES TECNOLÓGICOS DA UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS**



**Valdivânia Albuquerque do Nascimento**

**MAPEAMENTO ATRAVÉS DE INDICADORES  
TECNOLÓGICOS DA UTILIZAÇÃO 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).**

**Mapeamento através de indicadores tecnológicos da utilização de materiais.** Campo Grande: Editora Inovar, 2020. 61p.

ISBN: 978-65-80476-50-3.

DOI: <https://doi.org/10.36926/editorainovar-978-65-80476-50-3>

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

I. Título.

CDD – 620

---

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

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

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

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

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>7</b>
<b>Capítulo 1</b>	
<b>UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS AVANÇADOS EM PÁS DE TURBINAS EÓLICAS</b>	<b>8</b>
Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
Yvo Borges da Silva	
Millena de Cássia Sousa e Silva	
<b>Capítulo 2</b>	
<b>APLICAÇÕES DE MATERIAIS CERÂMICOS EM REPARO ÓSSEO</b>	<b>13</b>
Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
Yvo Borges da Silva	
Millena de Cássia Sousa e Silva	
<b>Capítulo 3</b>	
<b>APLICAÇÕES DE MATERIAIS FOTOATIVOS NA ÁREA AMBIENTAL</b>	<b>18</b>
Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
Yvo Borges da Silva	
Millena de Cássia Sousa e Silva	
<b>Capítulo 4</b>	
<b>MATERIAIS AVANÇADOS DE CARBONO E ENERGIA LIMPA</b>	<b>23</b>
Yvo Borges da Silva	
Millena de Cássia Sousa e Silva	
Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
<b>Capítulo 5</b>	
<b>MATERIAIS AVANÇADOS PARA CÉLULAS DE COMBUSTÍVEL</b>	<b>28</b>
Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
Yvo Borges da Silva	
Millena de Cássia Sousa e Silva	
<b>Capítulo 6</b>	
<b>APLICAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE MEMÓRIA COM MATERIAIS HÍBRIDOS</b>	<b>33</b>
Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
Yvo Borges da Silva	
Millena de Cássia Sousa e Silva	
<b>Capítulo 7</b>	
<b>MATERIAIS TECNOLÓGICOS APLICADOS EM MEMBRANAS</b>	<b>38</b>
Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
Yvo Borges da Silva	
Millena de Cássia Sousa e Silva	
<b>Capítulo 8</b>	
<b>REVESTIMENTOS INTELIGENTES BIOINSPIRADOS PARA APLICAÇÕES INDUSTRIAIS E BIOMÉDICAS</b>	<b>44</b>

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

**Capítulo 9**

**MATERIAIS AVANÇADOS TRIDIMENSIONAIS BASEADOS EM NANOESTRUTURAS 49**

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

**Capítulo 10**

**NANOTUBOS DE TITANATO APLICADOS EM BATERIAS 54**

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

**SOBRE A ORGANIZADORA**

**59**

## 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

### UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS AVANÇADOS EM PÁS DE TURBINAS EÓLICAS

Valdivânia Albuquerque do Nascimento; Yvo Borges da Silva; Millena de Cássia Sousa e Silva

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina – PI.

\*yvoborgess@gmail.com

#### RESUMO

Dentre as fontes alternativas de energia, a eólica vem crescendo bastante nos últimos anos, principalmente, devido a incentivos governamentais e ao alto grau de desenvolvimento e confiabilidade dessa tecnologia. O objetivo deste estudo foi realizar uma prospecção tecnológica da utilização de materiais avançados aplicados em pás de turbinas eólicas, 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. Através destes estudos de prospecção tecnológica, foi possível constatar que o depósito de patentes envolvendo a utilização de materiais avançados aplicados em pás de turbinas eólicas avança cada vez mais, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 2013, atingindo o número máximo de patentes em 2017 e 2018. As principais classificações internacionais de patentes, com códigos C02, C12, referente a 18 e 14 depósitos respectivamente. A classificação está relacionada área da química e metalurgia. Sendo assim, sugere-se que a aplicação dos materiais avançados aplicados em pás de turbinas eólicas é de extrema relevância.

#### INTRODUÇÃO

O aumento do uso da energia oriunda do vento, da água e do sol tende a diminuir o aquecimento global, pois a produção de energia, através destas fontes, não emite gás carbônico e também não produzem lixo nuclear (Bressiani et al., 2002; Toubia et al., 2017). Além disso, a produção de energia através de fontes renováveis ainda apresenta outras vantagens com relação às plantas convencionais que é a necessidade de uma menor quantidade de terra para uma mesma geração de energia e um menor tempo de instalação (Morais, 2017; Rios, 2012). Uma consequência desta última vantagem é que, dentro de poucos meses, uma planta de energia renovável é capaz de produzir energia suficiente para compensar a energia gasta em sua construção. Este fenômeno é denominado amortização de energia (Brandão, 2011; Mora, 2010).

Dentre as fontes alternativas de energia, a eólica vem crescendo bastante nos últimos anos, principalmente, devido a incentivos governamentais e ao alto grau de desenvolvimento e confiabilidade dessa tecnologia (Morim, 2019; Paez Prieto, 2014). Com o objetivo de incentivar a abertura do mercado para a energia eólica, é necessário uma política especial que torne a energia eólica lucrativa, de modo que esta possa competir com outras plantas de energia, principalmente, as plantas convencionais (da Silva Sirqueira, 2017).

## 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).

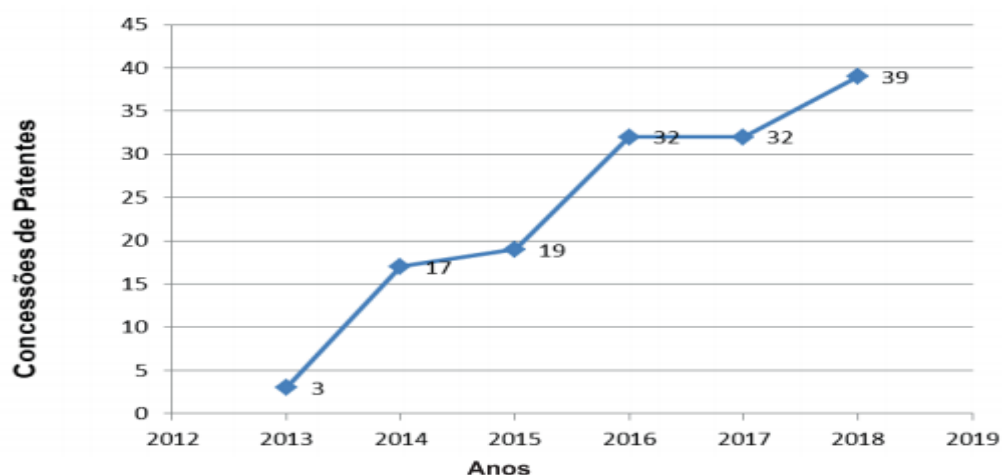
A pesquisa foi realizada em janeiro de 2020 e foram utilizados como palavras-chave os termos materiais avançados, pás, turbinas, eólicas, em português e em inglês. Os termos em inglês foram utilizados para as bases internacionais, enquanto que os termos em português foram utilizados para a busca de documentos 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

A Figura 1 ilustra a quantificação de patentes depositadas por ano, demonstrando que os anos 2017 e 2018 tiveram o maior número de depósitos na área, com 32 e 39, respectivamente. Vale ressaltar que, a primeira patente sobre o tema foi depositada em 2013, mostrando assim que os estudos na área tendem a ser recentes e com o nível de evolução cada vez maior.

Figura 1: Patentes depositados por ano.



A Tabela 1 apresenta as principais classificações internacionais de patentes, com códigos C02, C12, referente a 18 e 14 depósitos respectivamente. A classificação está relacionada área da química e metalurgia.

Tabela 1: Classificação Internacional de Patentes.

CLASSIFICAÇÃO	INCIDÊNCIA
<b>QUÍMICA</b>	
<b>C01</b> – Química inorgânica	3
<b>C02</b> – Tratamento de água, de águas residuais, de esgotos ou de lamas e lodos	18
<b>C04</b> – Cimento; concreto; pedra artificial; cerâmica; refratários	3
<b>C05</b> – Fertilizantes; sua fabricação	8
<b>C07</b> – Química orgânica	6
<b>C08</b> – Compostos macromoleculares orgânicos; sua preparação ou seu processamento químico; composição baseada nos mesmos	5
<b>C09</b> – Corantes; tintas; polidores; resinas naturais; adesivos; composições não abrangidos em outros locais; aplicações de materiais não abrangidos em outros locais	1
<b>C10</b> – Indústrias do petróleo, do gás ou do coque; gases técnicos contendo monóxido de carbono; combustíveis; lubrificantes; trufa	12
<b>C11</b> – Óleos animais ou vegetais, gorduras, substâncias graxas ou ceras; ácidos graxos derivados dos mesmos; detergentes; velas	1
<b>C12</b> – Bioquímica; cerveja; álcool; vinho; vinagre; microbiologia; enzimologia; engenharia genética ou de mutação	14
<b>METALURGIA</b>	
<b>C21</b> – Metalurgia do ferro	2
<b>C22</b> – Metalurgia; ligas ferrosas ou não ferrosas; tratamento de ligas ou materiais não ferrosos	2
<b>C25</b> – Processos eletrolíticos ou eletroforéticos; aparelhos para este fim	2

## CONCLUSÃO

Através destes estudos de prospecção tecnológica, foi possível constatar que o depósito de patentes envolvendo a utilização de materiais avançados aplicados em pás de turbinas eólicas avança cada vez mais, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 2013, atingindo o número máximo de patentes em 2017 e 2018. As principais classificações internacionais de patentes, com códigos C02, C12, referente a 18 e 14 depósitos respectivamente. A classificação está relacionada área da química e metalurgia. Sendo assim,

sugere-se que a aplicação dos materiais avançados aplicados em pás de turbinas eólicas é de extrema relevância.

## REFERÊNCIAS

BRESSIANI, J. C., FONSECA, F. C., SERRA, E. T., FRAJNDLICH, E. U., SPINACE, E. V., CARVALHO, F., ... & BERGAMASCHI, V. S. Materiais avançados para energia.

Toubia, C. M., Guerrero, P. C., & Mancini, S. D. REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA FABRICAÇÃO DE PÁS EÓLICAS.

Morais, A. Á. D. (2017). Análise numérico-experimental da pá eólica do aerogerador modelo Verne 555.

Rios, A. D. S. (2012). Estudo do envelhecimento acelerado em materiais compósitos revestidos com poliuretano aplicados em aerogeradores.

Brandão, R. F. M. (2011). Turbinas eólicas. Manutenção. *Neutro à Terra*, (8), 37-44.

MORA, N. D. (2010). Apostila de materiais elétricos. *Universidade estadual do oeste do Paraná-Unioeste. Foz do iguaçu*.

Morim, R. B. (2019). Controle individual de passo para turbinas eólicas utilizando controlador adaptativo.

Paez Prieto, M. A. (2014). *Análise de turbinas eólicas conectadas ao sistema elétrico equipadas com geradores síncronos a ímãs permanentes* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

da Silva Sirqueira, A. Comportamento estrutural de torres de aço para suporte de turbinas eólicas.

## Capítulo 2

### APLICAÇÕES DE MATERIAIS CERÂMICOS EM REPARO ÓSSEO

Valdivânia Albuquerque do Nascimento; Yvo Borges da Silva; Millena de Cássia Sousa e Silva

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina – PI.

\*yvoborgess@gmail.com

#### RESUMO

Dentre os biomateriais mais promissores como substitutos ósseos, destacam-se as cerâmicas bioativas que, por serem sintéticas, podem ser produzidas em grandes quantidades com controle dos parâmetros físico-químicos como pureza, porosidade, área superficial, tamanho de grãos. O objetivo deste estudo foi realizar uma prospecção tecnológica da utilização de materiais cerâmicos em reparo ósseo, 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. A China, Japão e Estados Unidos são considerados os principais países depositários, com 299, 98 e 70 patentes na base WIPO, cada um respectivamente. Dentre as principais subclasses nas quais os documentos encontram-se alocados está B66B, F02D E B66F, que é destinada principalmente na aplicação de Materiais Cerâmicos. Sendo assim, sugere-se que a aplicação dos materiais cerâmicos em reparo ósseo é de extrema relevância.

#### INTRODUÇÃO

Dentre os materiais sintéticos usados para biorreparação do tecido ósseo, as cerâmicas, também conhecidas como biocerâmicas, são as mais empregadas (Andrade e Domingues, 2006). As biocerâmicas apresentam-se na forma de pós, revestimentos ou próteses usadas para reparo, aumento ou substituição de tecidos doentes ou danificados, como ossos, juntas e dentes (da Cruz et al., 2006). Embora muitas composições de cerâmicas tenham sido testadas para uso médico, poucas são usadas clinicamente (Oliveira et al., 2010). Destas, pode-se citar a  $Al_2O_3$  e  $ZrO_2$ , usadas, inicialmente, na substituição total de juntas dos quadris e fêmur; os fosfatos de cálcio usados como revestimento de ligas metálicas e em formato de granulados ou de pequenas peças porosas para reparo ósseo; os vidros e vitro-cerâmicas bioativos usados para substituição e reparo de ossículos do ouvido interno, dentes e vértebras (Coneglian, 2007; Santos, 2011; Rolim, 2010).

Dentre os biomateriais mais promissores como substitutos ósseos, destacam-se as cerâmicas bioativas que, por serem sintéticas, podem ser produzidas em grandes quantidades com controle dos parâmetros físico-químicos como pureza, porosidade, área superficial, tamanho de grãos, etc (Garcia, 2007; Garrido e Sampaio, 2010). Os mecanismos envolvidos no processo de formação da camada de hidroxiapatita

em materiais expostos a diferentes fluidos fisiológicos ainda são controversos, mas muitos são os parâmetros que sabidamente possibilitam este processo (Burger, 2010; Ribeiro, 2003). Dependendo do tipo de rota sintética usada, como por ex. o processo sol-gel, estes materiais podem ter propriedades adicionais compatíveis com sua aplicação como materiais bioativos em dispositivos de liberação controlada de moléculas orgânicas e biológicas (Morejón, 2011).

## **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).

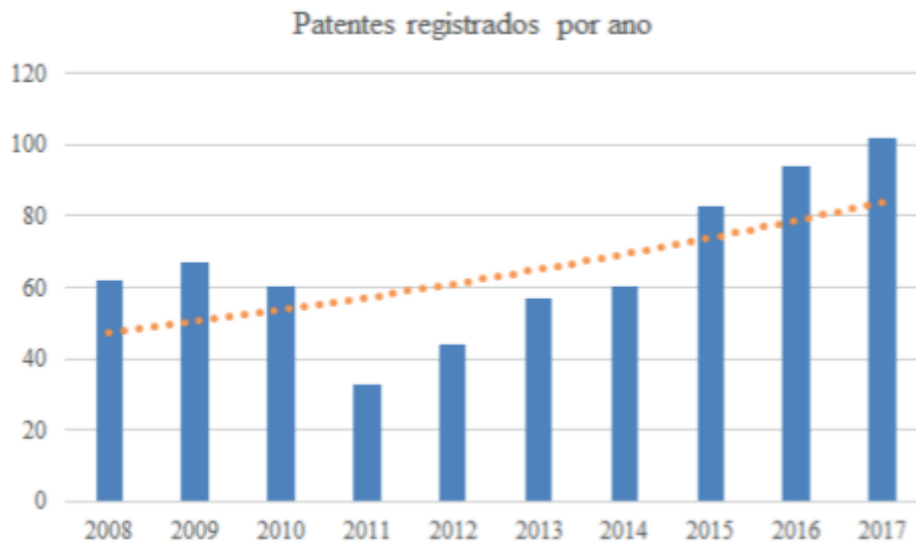
A pesquisa foi realizada em janeiro de 2020 e foram utilizados como palavras-chave os termos cerâmica, reparo, ósseo, em português e em inglês. Os termos em inglês foram utilizados para as bases internacionais, enquanto que os termos em português foram utilizados para a busca de documentos em base nacional, 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**

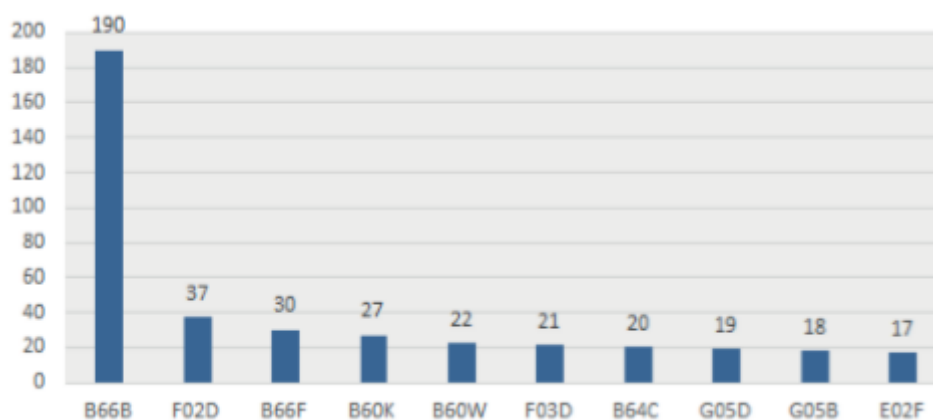
A Figura 1 ilustra a quantificação de patentes depositadas por ano, demonstrando que os anos 2015, 2016 e 2017 tiveram o maior número de depósitos na área, com 82, 92 e 102, respectivamente. Vale ressaltar que, a primeira patente sobre o tema foi depositada em 2008, mostrando assim que os estudos na área tendem a ser recentes e com o nível de evolução cada vez maior.

Figura 1: Patentes depositados por ano.



A Figura 2 apresenta as principais classificações internacionais de patentes, com códigos B66B, F02D E B66F, referente a 190, 37 e 30 depósitos respectivamente. A classificação está relacionada aos materiais cerâmicos aplicados como biomateriais.

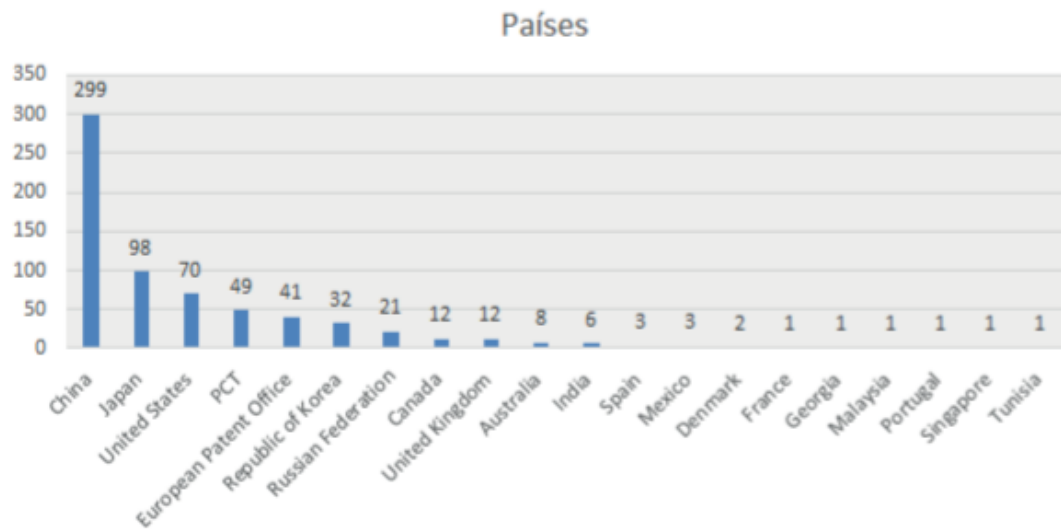
Figura 2: Classificação Internacional de Patentes.



A Figura 3, observa-se que a China se destaca com o maior número de patentes depositadas, em seguida estão Japão e Estados Unidos. Contudo, a preocupação em investir em tecnologia favoreceu o crescimento tecnológico deste país, colocando-o no ranking de depósitos de patentes materiais cerâmicos aplicados como biomateriais, além de outras áreas de materiais.

Figura 3: Países com depósitos de Patentes.





## CONCLUSÃO

Através destes estudos de prospecção tecnológica, foi possível constatar que o depósito de patentes envolvendo a utilização de cerâmicos aplicados como biomateriais avança cada vez mais, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 2008, atingindo o número máximo de patentes em 2015, 2016 e 2017. A China, Japão e Estados Unidos são considerados os principais países depositários, com 299, 98 e 70 patentes na base WIPO, cada um respectivamente. Sendo assim, sugere-se que a aplicação dos materiais cerâmicos aplicados como biomateriais é de extrema relevância.

## REFERÊNCIAS

- Andrade, Â. L., & Domingues, R. Z. (2006). Cerâmicas bioativas: estado da arte. *Química Nova*, 29(1), 100-104.
- da Cruz, A. C. C., da Silva, J. C. Z., Pilatti, G. L., & Santos, F. A. (2006). Utilização de vidros bioativos como substitutos ósseos: revisão de literatura. *Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo*, 18(3), 287-95.
- Oliveira, L. S. D. A. F., Oliveira, C. S., Machado, A. P. L., & Rosa, F. P. (2010). Biomateriais com aplicação na regeneração óssea—método de análise e perspectivas futuras. *Revista de ciências médicas e biológicas*, 9(1), 37-44.
- Coneglian, P. Z. A. (2007). *Avaliação do processo evolutivo de reparo ósseo frente ao sulfato de cálcio e à hidroxiapatita. Estudo microscópico em alvéolos dentários de ratos* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Santos, K. S. (2011). Biomateriais na regeneração óssea. *Revisão de literatura da pós-graduação em ciência animal da Universidade Federal de Goiás*, 11-12.
- Rolim, A. E. H. (2010). Avaliação de microesferas de hidroxiapatita, dopadas ou não com estrôncio, no reparo de defeito ósseo crítico, em calvária de rato.
- Garcia, R. D. (2007). *Estudo do processo evolutivo do reparo ósseo frente ao implante de osso bovino inorgânico e de hidroxiapatita BTCP: análise microscópica em avéolos dentários de ratos* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Garrido, C. A., & Sampaio, T. C. F. V. S. (2010). Uso da biocerâmica no preenchimento de falhas ósseas. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 45(4), 433-438.
- Bürger, C. P. (2010). Cimento de Aluminato de Cálcio—Uso em defeitos ósseos induzidos em fêmures de coelhos (*Oryctolagus cuniculus*).
- Ribeiro, C. (2003). Processamento e caracterização de cerâmicas à base de hidroxiapatita e fosfato-tricálcico. *Diss. Mestrado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, USP, S. Paulo, SP*.
- Morejón Alonso, L. (2011). Avaliação de cimentos ósseos de fosfato de cálcio com adições de aluminato e silicato de cálcio.

### Capítulo 3

## APLICAÇÕES DE MATERIAIS FOTOATIVOS NA ÁREA AMBIENTAL

Valdivânia Albuquerque do Nascimento; Yvo Borges da Silva; Millena de Cássia Sousa e Silva

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina – PI.

\*yvoborgess@gmail.com

### RESUMO

Entre novos processos para o tratamento de efluentes e descontaminação ambiental, os quais devem possuir maior eficiência e serem mais sustentáveis à longo prazo, estão os Processos Oxidativos Avançados (POA). O objetivo deste estudo foi realizar uma prospecção tecnológica da utilização de materiais fotoativos aplicados na área ambiental, 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. Através destes estudos de prospecção tecnológica, foi possível constatar que o depósito de patentes envolvendo a utilização de materiais fotoativos aplicados na área ambiental avança cada vez mais, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 1998, atingindo o número máximo de patentes em 2004 e 2016. O Japão, China e República da Coreia são considerados os principais países depositários, com 80, 24 e 13 patentes na base WIPO, cada um respectivamente. Sendo assim, sugere-se que a aplicação dos materiais fotoativos aplicados na área ambiental é de extrema relevância.

### INTRODUÇÃO

Entre novos processos para o tratamento de efluentes e descontaminação ambiental, os quais devem possuir maior eficiência e serem mais sustentáveis à longo prazo, estão os Processos Oxidativos Avançados (POA) (Torres, 2019; Heberle, 2016). A ação dos POAs, é baseada na formação de radicais hidroxila (HO<sup>-</sup>), o qual é um agente oxidante poderoso (Pereira, 2010). O radical promove a degradação de vários compostos poluentes em um tempo relativamente curto. Os POAs, agem mineralizando completamente moléculas orgânicas, convertendo os átomos de carbono em carbonatos ou dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, entre outros) (Neto e Paiva, 2017), e paralelamente, converte os átomos de hidrogênio em água e os heteroátomos das moléculas orgânicas nos ácidos minerais correspondentes (HCl, HBr, HNO<sub>3</sub>, entre outros) (Billa et al., 2018). Os mecanismos destas reações oxidativas, são em sua maioria, semelhantes aos ocorridos em águas de superfície, fotoiniciados pela luz solar. As reações

que ocorrem nas águas de superfície, são consideradas processos naturais (Salomão, 2019; Berbigier, 2014; Medeiros, 2013).

Dentre os POAs, pode-se citar os processos que utilizam ozônio, peróxido de hidrogênio, a decomposição do peróxido de hidrogênio em meio ácido, conhecido como a reação de Fenton, e o uso de semicondutores, como o dióxido de titânio ou o óxido de zinco (Gonçalves, 2015; Rodembusch, 2013). O uso dos semicondutores caracteriza a fotocatalise heterogênea. Mas também pode-se ter processos em que se usa a combinação dos exemplos anteriores (Fachini, 2011; Liberatti et al., 2014)

## **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).

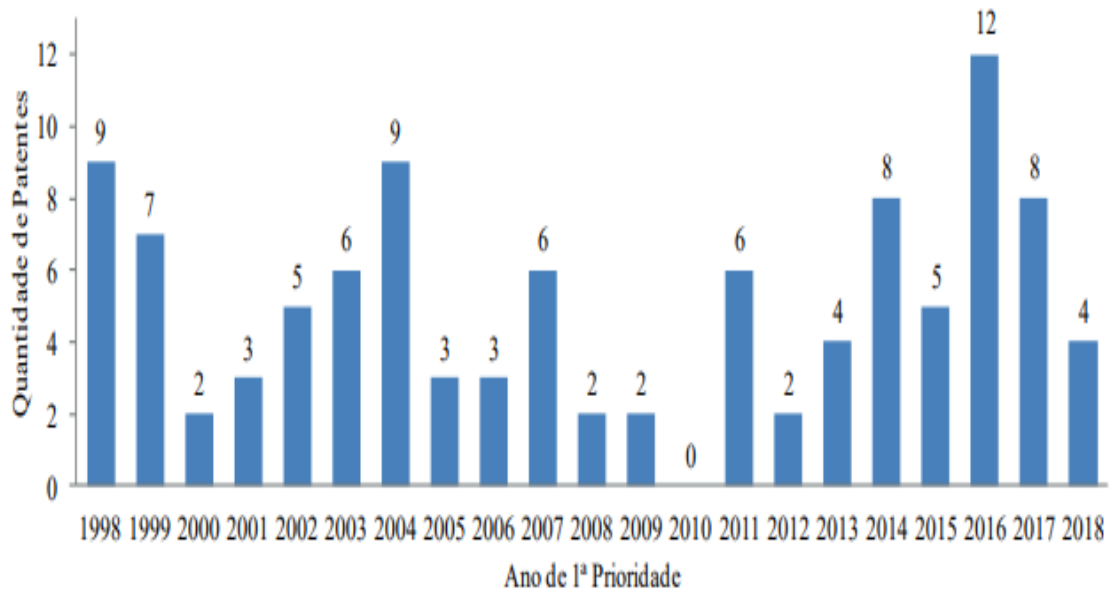
A pesquisa foi realizada em Janeiro de 2020 e foram utilizados como palavras-chave os termos materiais, fotoativos, ambiente, em português e em inglês. Os termos em inglês foram utilizados para as bases internacionais, enquanto que os termos em português foram utilizados para a busca de documentos em 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**

A Figura 1 ilustra a quantificação de patentes depositadas por ano, demonstrando que os anos 2004 e 2016 tiveram o maior número de depósitos na área, com 9 e 12, respectivamente. Vale ressaltar que, a primeira patente sobre o tema foi depositada em 1998, mostrando assim que os estudos na área tendem a ser recentes e com o nível de evolução cada vez maior.

Figura 1: Patentes depositados por ano.



A Figura 2, observa-se que a Japão se destaca com o maior número de patentes depositadas, em seguida estão China e República da Coreia. Contudo, a preocupação em investir em tecnologia favoreceu o crescimento tecnológico deste país, colocando-o no ranking de depósitos de patentes materiais fotoativos aplicados na área ambiental, além de outras áreas de materiais.

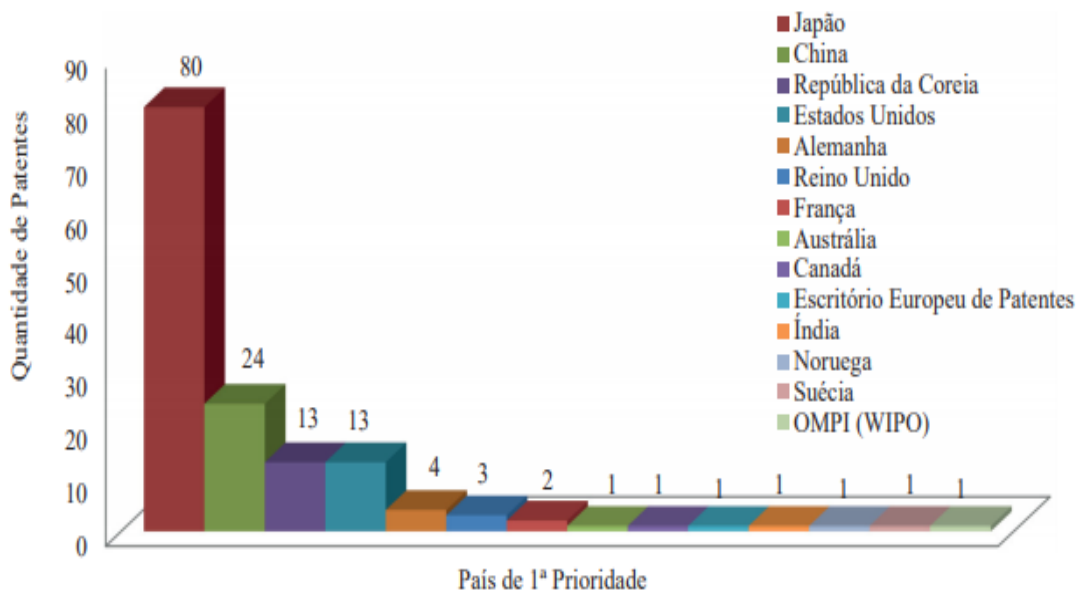


Figura 2: Países depositantes de patentes.

## CONCLUSÃO

Através destes estudos de prospecção tecnológica, foi possível constatar que o depósito de patentes envolvendo a utilização de materiais fotoativos aplicados na área ambiental avança cada vez mais, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 1998, atingindo o número máximo de patentes em 2004 e 2016. O Japão, China e República da Coreia são considerados os principais países depositários, com 80, 24 e 13 patentes na base WIPO, cada um respectivamente. Sendo assim, sugere-se que a aplicação dos materiais fotoativos aplicados na área ambiental é de extrema relevância.

## REFERÊNCIAS

- Torres, C. F. (2019). *Síntese, modificação, caracterização e mecanismos de formação de semicondutores fotoativos a base de bismuto* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Heberle, A. N. A. (2016). Processos oxidativos avançados aplicados na degradação do retardante de chama 2, 4, 6-Tribromofenol.
- Pereira, R. M. (2010). Estudo de centros fotoativos em materiais fotorrefrativos.
- Neto, F., & Paiva, E. *Partículas e Aerogéis nanoestruturados de SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> e SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>-Azul da Prússia para aplicação em fotocatalise heterogênea* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Billa, G. L., Hechenleitner, A. A. W., & Pineda, E. A. G. Síntese, caracterização e avaliação de compósitos CuO/ZnO nanoestruturados obtidos a partir de bagaço de cana de açúcar para foto-decomposição de corantes.
- Salomão, P. E. A. (2019). *MATERIAIS INORGÂNICOS FOTOATIVOS A BASE DE BISMUTO (Bi): Revisão acerca de seus métodos de síntese por via química e técnicas de melhoramento de suas propriedades*. Simplíssimo Livros Ltda.
- Berbigier, J. F. (2014). Polímeros fotoativos na região do vermelho e infravermelho próximo dopados com corantes do tipo cianinas assimétricas.
- Medeiros, N. G. (2013). Síntese, caracterização e investigação fotofísica de novos derivados benzazólicos fotoativos.
- Gonçalves, L. P. (2015). *Ormosils fotoativos com fosfotungstato dopados com nanopartículas SiO<sub>2</sub>@ TiO<sub>2</sub> e NP de Ag: avaliação fotocromica e potencial de inibição bactericida frente às bactérias Staphylococcus aureus e Pseudomona aeruginosa* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Rodembusch, F. S. (2013). Novos blocos construtores baseados em em cianinas simétricas/assimétricas para obtenção de polímeros fotoativos na região do vermelho/infravermelho.
- Fachini, D. (2011). Síntese e caracterização de novas estruturas fotoativas baseadas no metileno difenildiisocianato (MDI) como potenciais sensores ópticos de íons.
- Liberatti, V. R., Afonso, R., Lucilha, A. C., da Silva, P. R. C., & Dall, L. H. (2014). Fotocatálise do azul de metileno na presença de óxido de bismuto sob irradiação de luz UV e solar. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, 35(1), 55-62.

## Capítulo 4

### MATERIAIS AVANÇADOS DE CARBONO E ENERGIA LIMPA

Yvo Borges da Silva; Millena de Cássia Sousa e Silva; Valdivânia Albuquerque do Nascimento

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina – PI.

\*yvoborgess@gmail.com

#### RESUMO

A larga utilização de fontes renováveis para a geração de energia, cerca de 40%, contra taxas médias de 14% nos países desenvolvidos e de 6% nos países em desenvolvimento. O objetivo deste estudo foi realizar uma prospecção tecnológica da utilização de materiais avançados de carbono e energia limpa, 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. A Coreia, Estados Unidos e Japão. são considerados os principais países depositários, com 19, 10 e 15 patentes na base WIPO, cada um respectivamente. Sendo assim, sugere-se que a aplicação dos materiais avançados de carbono e energia limpa é de extrema relevância.

#### INTRODUÇÃO

O aquecimento global vem tomando grande espaço na agenda internacional de negociações, em consequência do despertar da comunidade internacional diante da alarmante situação que o aumento gradativo da temperatura média da superfície terrestre poderá causar em alguns anos. Este aumento tem como principal causa a intensificação do efeito estufa, fenômeno natural que, por meio da concentração de gases de efeito estufa (GEEs) na atmosfera, como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), ozônio (O<sub>3</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) (Bressiani et al., 2017), permite que a temperatura terrestre seja mantida em níveis que possibilitem a existência da vida na Terra. Esta intensificação da temperatura da Terra pode levar a eventos climáticos cada vez mais extremos, como recorde da amplitude das ondas, derretimento de geleiras, aumento do nível do mar, alteração no suprimento de água doce, maior número de ciclones, tempestades cada vez mais destrutivas e frequentes enchentes, secas cada vez mais intensas, rápido ressecamento dos solos, extinção de algumas espécies de plantas e animais, entre outros (Porto et al., 2013; da Silva Ferreira, 2016; Hoppe, 2009).

A larga utilização de fontes renováveis para a geração de energia, cerca de 40%, contra taxas médias de 14% nos países desenvolvidos e de 6% nos países em desenvolvimento, constitui uma das vantagens competitivas do Brasil em relação aos outros países. E é por este fato que priorizaremos neste trabalho as oportunidades de projetos de MDL enquadráveis no setor energético brasileiro. Em sua Comunicação Nacional Inicial de 2004, o Brasil fez um inventário das suas emissões, por gases de efeito estufa e por setores de



atividade (energia, processos industriais, uso de solventes e outros produtos, agropecuária, mudança no uso da terra e florestas, tratamento de resíduos) (Ayres, 2012; Júnior, 2017; Dubeux, 2015).

## 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, carbono, energia limpa, em português e 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

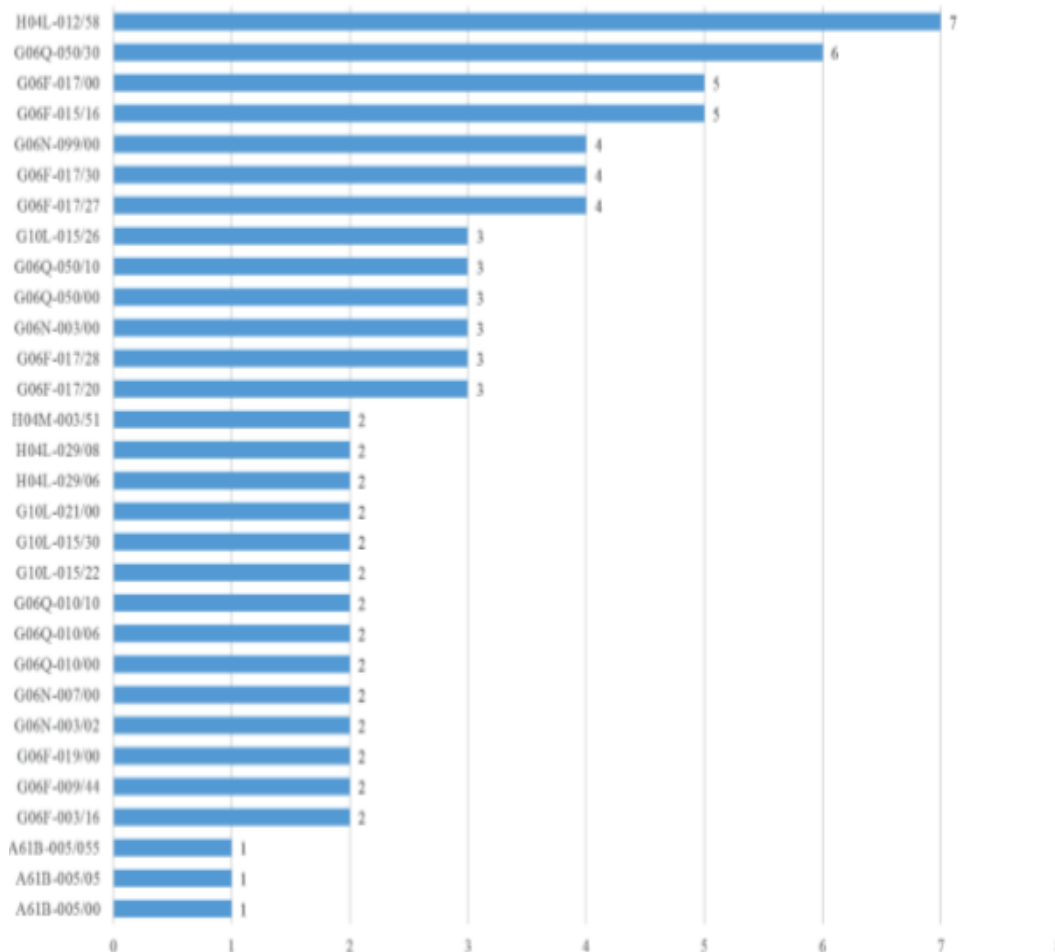
A Figura 1 ilustra a quantificação de patentes depositadas por ano, demonstrando que os anos 2017 e 2018 tiveram o maior número de depósitos na área, com 25 e 55, respectivamente. Vale ressaltar que, a primeira patente sobre o tema foi depositada em 2004, mostrando assim que os estudos na área tendem a ser recentes e com o nível de evolução cada vez maior.

Figura 1: Patentes depositados por ano.



A Figura 2 apresenta as principais classificações internacionais de patentes, com códigos H04L, G06Q e G06F, referente a 7, 6 e 5 depósitos respectivamente. A classificação está relacionada aos materiais avançados de carbono e energia limpa.

Figura 2: Classificação Internacional de Patentes.



A Figura 3, observa-se que a Coréia se destaca com o maior número de patentes depositadas, em seguida estão Estados Unidos e Japão. Contudo, a preocupação em investir em tecnologia favoreceu o crescimento tecnológico deste país, colocando-o no ranking de depósitos de patentes materiais avançados de carbono e energia limpa, além de outras áreas de materiais.

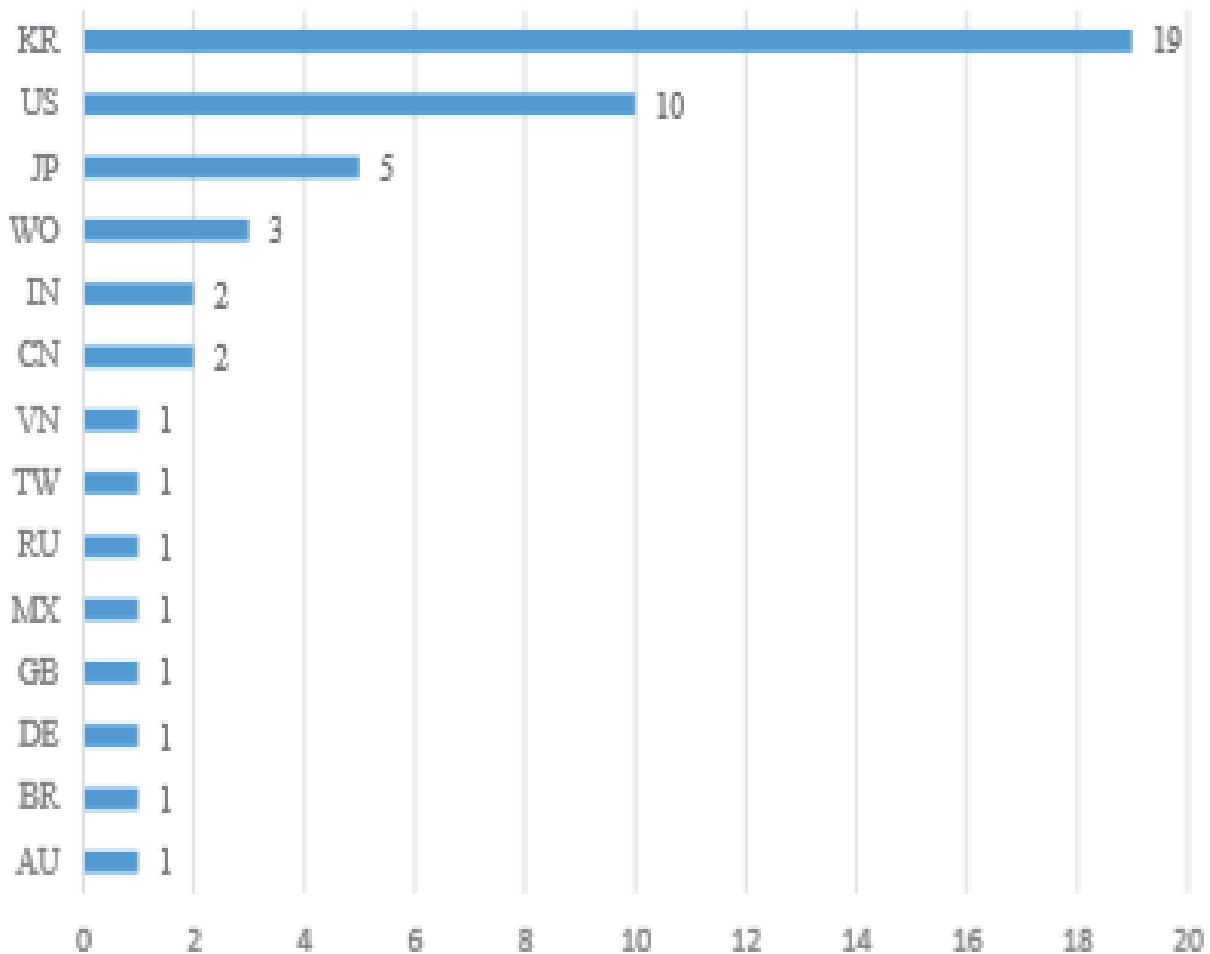


Figura 3: Países depositantes de Patentes.

## CONCLUSÃO

Através destes estudos de prospecção tecnológica, foi possível constatar que o depósito de patentes envolvendo a utilização de materiais avançados de carbono e energia limpa avança cada vez mais, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 2004, atingindo o número máximo de patentes em 2017 e 2018. A Coreia, Estados Unidos e Japão. são considerados os principais países depositários, com 19, 10 e 15 patentes na base WIPO, cada um respectivamente. Sendo assim, sugere-se que a aplicação dos materiais avançados de carbono e energia limpa é de extrema relevância.

## REFERÊNCIAS

BRESSIANI, J. C., FONSECA, F. C., SERRA, E. T., FRAJNDLICH, E. U., SPINACE, E. V., CARVALHO, F., ... & BERGAMASCHI, V. S. Materiais avançados para energia.

Porto, M. F. D. S., Finamore, R., & Ferreira, H. (2013). Injustiças da sustentabilidade: Conflitos ambientais relacionados à produção de energia “limpa” no Brasil. *Revista crítica de ciências sociais*, (100), 37-64.

da Silva Ferreira, S., & da Silva, D. M. (2016). Materiais piezoelétricos na geração de energia limpa. *Revista Ceuma Perspectivas*, 27(1), 72-80.

Hoppe, L. (2009). Geração de energia limpa e diversificação da matriz energética: a viabilidade da produção de gás natural a partir do armazenamento geológico de CO<sub>2</sub> na jazida de Charqueadas.

Ayres, R. U., & Ayres, E. H. (2012). *Cruzando a fronteira da energia: dos combustíveis fósseis para um futuro de energia limpa*. Bookman Editora.

Júnior, C. R., Soares, I. P., Steinmetz, R. L. R., & Gonçalves, S. B. Processos de produção de energia. *Energia limpa E acessível*, 35.

Dubeux, R. R. (2015). Desenvolvimento e mudança climática: estímulos à inovação em energia de baixo carbono em países de industrialização tardia (1997-2014).

## Capítulo 5

### MATERIAIS AVANÇADOS PARA CÉLULAS DE COMBUSTÍVEL

Valdivânia Albuquerque do Nascimento; Yvo Borges da Silva; Millena de Cássia Sousa e Silva

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina – PI.

\*yvoborgess@gmail.com

#### RESUMO

Célula a combustível é um dispositivo que converte eletroquimicamente combustíveis químicos em eletricidade; é, essencialmente, uma bateria que não para de fornecer corrente elétrica por causa da contínua alimentação externa de combustível. O objetivo deste estudo foi realizar uma prospecção tecnológica da utilização de materiais avançados para células de combustível, 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. Através destes estudos de prospecção tecnológica, foi possível constatar que o depósito de patentes envolvendo a utilização de materiais avançados para células de combustível avança cada vez mais, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 1975, atingindo o número máximo de patentes em 2016 e 2017. Os Estados Unidos, China e Alemanha são considerados os principais países depositários na base WIPO. Sendo assim, sugere-se que a aplicação dos materiais avançados para células de combustível é de extrema relevância.

#### INTRODUÇÃO

Célula a combustível é um dispositivo que converte eletroquimicamente combustíveis químicos em eletricidade; é, essencialmente, uma bateria que não para de fornecer corrente elétrica por causa da contínua alimentação externa de combustível (Camparin et al., 2007; Souza, 2010). Em outras palavras, é uma bateria na qual os dois eletrodos não são consumidos durante a descarga, mas agem simplesmente como locais para a reação entre combustível e oxidante (Bressiani et al., 2015). Células a combustível convertem energia química diretamente em energia elétrica com eficiência termodinâmica não limitada pelo ciclo de Carnot (Lopes e Gonzalez, 2008). Essa vantagem das células a combustível depende, entretanto, de como os combustíveis que serão utilizados podem ser reformados para produzir hidrogênio e dióxido de carbono (Claro et al., 2005). Toda célula a combustível é composta de uma sequência de unidades, cada uma com quatro componentes: o eletrólito, o eletrodo para o ar (ar é o oxidante), o eletrodo para o combustível (o mais comum é o hidrogênio), e o interconector (Ferreira, 2003).

Para células a combustível de alta temperatura de operação não há a necessidade da utilização de metais nobres como catalisadores, já que nesta faixa de temperaturas, o próprio metal do eletrodo torna-se suficientemente ativo (Vargas, 2007). Assim, para as células a carbonato fundido, utiliza-se como material de

eletrodo - e ao mesmo tempo eletrocatalisador - níquel para o ânodo óxido de níquel com incrustações de lítio para o cátodo, que é um semicondutor  $p$  (Medeiros, 2013). No caso das células cerâmicas, utiliza-se um cermet de  $\text{Ni/ZrO}_2$  como material do ânodo, ou seja, uma matriz de níquel metálico sintetizado, com óxido de zircônio finamente distribuído (Lopes, 2009).

## 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).

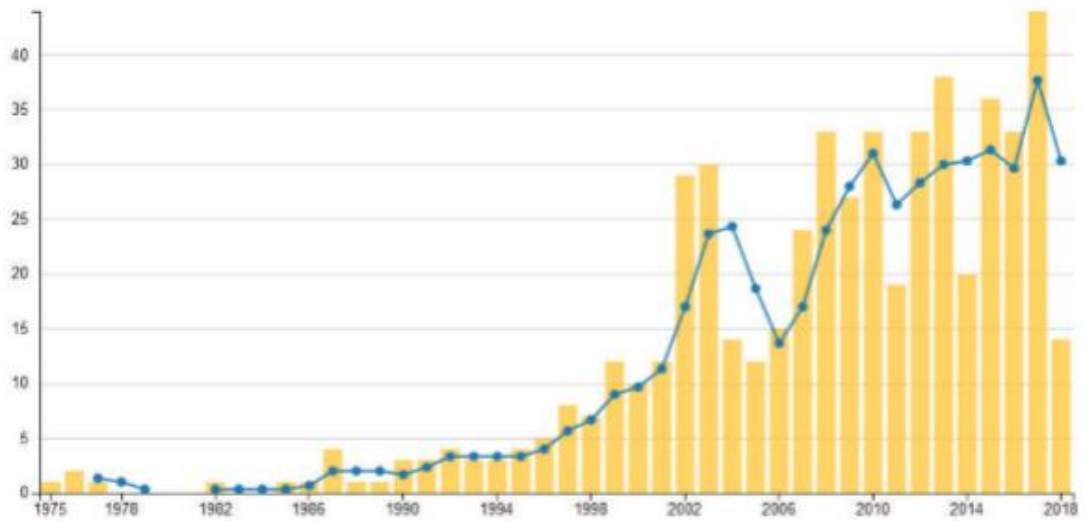
A pesquisa foi realizada em janeiro de 2020 e foram utilizados como palavras-chave os termos materiais avançados, célula, combustível, em português e em inglês. Os termos em inglês foram utilizados para as bases internacionais, enquanto que os termos em português foram utilizados para a busca de documentos 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

A Figura 1 ilustra a quantificação de patentes depositadas por ano, demonstrando que os anos 2016 e 2017 tiveram o maior número de depósitos na área, com 32 e 45, respectivamente. Vale ressaltar que, a primeira patente sobre o tema foi depositada em 1975, mostrando assim que os estudos na área tendem a ser recentes e com o nível de evolução cada vez maior.

Figura 1: Patentes depositados por ano.



A Figura 2 apresenta as principais classificações internacionais de patentes, com códigos G06F, G01N referente a 15 e 9 depósitos respectivamente. A classificação está relacionada aos materiais avançados para células de combustível

Figura 2: Classificação Internacional de Patentes.

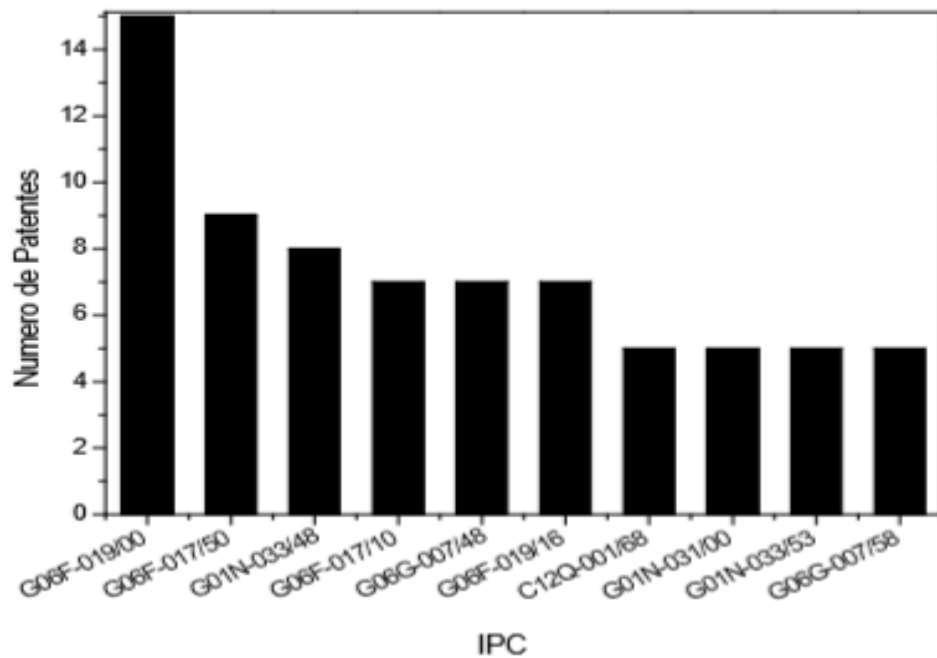
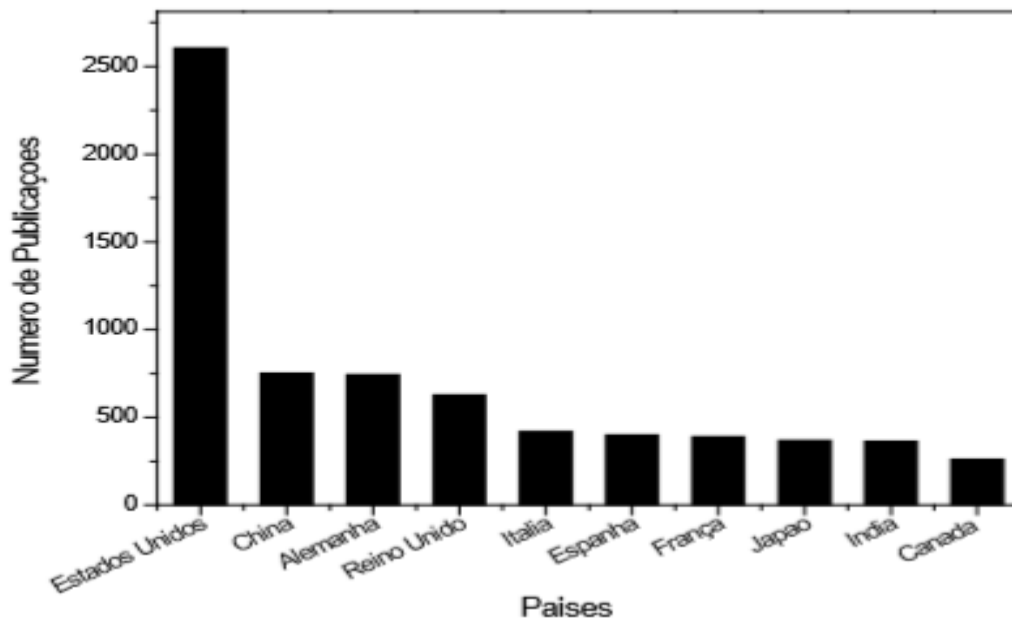


Figura 3: Países com depósitos de patentes.



A Figura 3, observa-se que a Estados Unidos se destaca com o maior número de patentes depositadas, em seguida estão China e Alemanha. Contudo, a preocupação em investir em tecnologia favoreceu o crescimento tecnológico deste país, colocando-o no ranking de depósitos de patentes materiais avançados para células de combustível, além de outras áreas de materiais.

## CONCLUSÃO

Através destes estudos de prospecção tecnológica, foi possível constatar que o depósito de patentes envolvendo a utilização de materiais avançados para células de combustível avança cada vez mais, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 1975, atingindo o número máximo de patentes em 2016 e 2017. Os Estados Unidos, China e Alemanha são considerados os principais países depositários na base WIPO. Sendo assim, sugere-se que a aplicação dos materiais avançados para células de combustível é de extrema relevância.



## REFERÊNCIAS

- Camparin, R. H., Meleiro, L. A., Jorge, R. M., Cantão, M. P., & Impinnisi, P. R. (2007). Avaliação da eficiência de uma célula a combustível estacionária de ácido fosfórico. *Química Nova*, 30(7), 1523-1528.
- Souza, A. K. B. D. (2010). *Sinterização de  $Ce_{1-x}Eu_xO_{2-(x/2)}$  para aplicação como eletrólito sólido em células a combustível de temperaturas intermediárias* (Master's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte).
- BRESSIANI, J. C., FONSECA, F. C., SERRA, E. T., FRAJNDLICH, E. U., SPINACE, E. V., CARVALHO, F., ... & BERGAMASCHI, V. S. Materiais avançados para energia.
- Lopes, T., & Gonzalez, E. R. (2008). Efeito dos dióxidos de enxofre e de nitrogênio no desempenho de uma célula a combustível de membrana de intercâmbio de prótons. *Química Nova*, 31(3), 551-555.
- Claro, L. H., Ono, S., Nascimento, J. A., Vieira, W. J., Caldeira, A. D., & Dias, A. (2005). F. Estudo de Modelos de Células de Combustível Tipo Placa para o Cálculo Neutrônico do Núcleo de um Reator. *INAC, Santos*.
- Vargas, R. A. (2007). *Síntese e caracterização de manganito de neodímio dopado com estrôncio utilizado como catodo em células a combustível de óxido sólido de temperatura intermediária* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Ferreira, P. F. P. (2003). Análise da viabilidade de sistemas de armazenamento de energia elétrica na forma de hidrogênio utilizando células a combustível.
- Medeiros, A. L. D. (2013). *Influência do método de síntese e caracterização de pós compósitos de  $NiO-Ce_{1-x}Eu_xO_{2-\delta}$  para anodos catalíticos de células a combustível* (Master's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte).
- Lopes, D. G. (2009). Análise técnica e econômica da inserção da tecnologia de produção de hidrogênio a partir da reforma de etanol para geração de energia elétrica com células a combustível.

## Capítulo 6

### APLICAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE MEMÓRIA COM MATERIAIS HÍBRIDOS

Valdivânia Albuquerque do Nascimento; Yvo Borges da Silva; Millena de Cássia Sousa e Silva

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina – PI.

\*yvoborgess@gmail.com

#### RESUMO

As ligas com memória de forma (LMF) possuem a capacidade de voltar a uma forma previamente definida assim como variação de rigidez quando submetidas a ciclos aquecimento-resfriamento pré-determinados. O objetivo deste estudo foi realizar uma prospecção tecnológica da utilização de Materiais híbridos de memória, 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. Através destes estudos de prospecção tecnológica, foi possível constatar que o depósito de patentes envolvendo a utilização de Materiais híbridos de memória avança cada vez mais, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 1968, atingindo o número máximo de patentes em 2017 e 2018. Os Estados Unidos, China e Japão são considerados os principais países depositários, com 22, 9 e 5 patentes na base WIPO, cada um respectivamente. Sendo assim, sugere-se que a aplicação dos Materiais híbridos de memória é de extrema relevância.

#### INTRODUÇÃO

As ligas com memória de forma (LMF) possuem a capacidade de voltar a uma forma previamente definida assim como variação de rigidez quando submetidas a ciclos aquecimento-resfriamento pré-determinados (Castilho, 2008; Cerón, 2010). Os LMF possuem uma pseudo-elasticidade sendo, em geral, facilmente deformados plasticamente a temperaturas relativamente baixas, e ao serem expostos a uma temperatura considerada crítica retornam a sua forma inicial (Amaral, 2014; Faria, 2007).

Quando esse efeito se manifesta somente durante o aquecimento, trata-se de um “one-way shape memory effect” (memória de forma simples), se a propriedade se manifesta também durante o arrefecimento, trata-se de um “two-way shape memory effect” (efeito de memória duplo) (Emilia, 2014). Um grande gama de materiais pode apresentar esse efeito, no entanto, só são produzidos os que são comercialmente viáveis que são ligas com grande capacidade de deformação ou as que produzam uma força significativa durante a sua contração (Gordijo, 2007). Como o efeito dessas ligas é ativado via introdução de calor (variação de temperatura) a sua velocidade de atuação (encurtamento e alongamento) é relativamente baixa quando comparada com outros materiais ativos, para minimizar este problema e aumentar a velocidade de atuação e retorno a forma original utilizasse um sistema de refrigeração termoelétrica (Willis, 1997; Gonçalves, 2011).

Embora as ligas com memória de forma possuam características formidáveis, nem sempre é possível, apenas com ela, conseguir resultados desejados para o controle de vibração e/ou ruído (Silvério, 2009). Assim, pode ser uma alternativa viável, combinar os materiais piezelétricos com as ligas de memória para o desenvolvimento de atuadores híbridos para tal propósito (Bordonal, 2016).

## **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 dispositivo, memória, híbridos, em português e 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**

A Figura 1 ilustra a quantificação de patentes depositadas por ano, demonstrando que os anos 2017 e 2018 tiveram o maior número de depósitos na área, com 74 e 75, respectivamente. Vale ressaltar que, a primeira patente sobre o tema foi depositada em 1968, mostrando assim que os estudos na área tendem a terem o nível de evolução cada vez maior.

Figura 1: Patentes depositadas por ano.

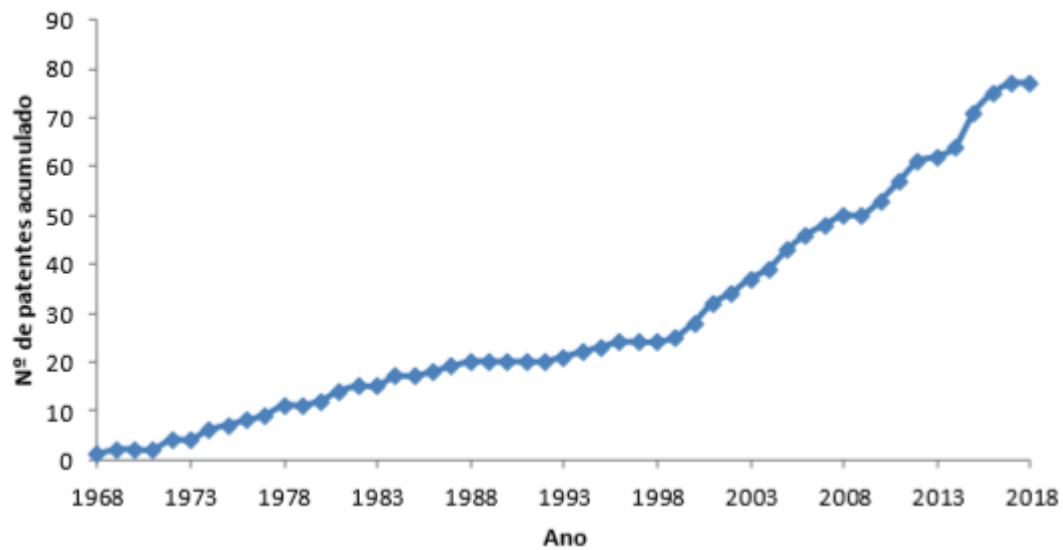


Figura 1: Patentes depositados por ano.

A Figura 2 apresenta as principais classificações internacionais de patentes, com códigos C12N11/16 e C12N15/09, referente a 62 e 15 depósitos respectivamente. A classificação está relacionada aos Materiais híbridos de memória.

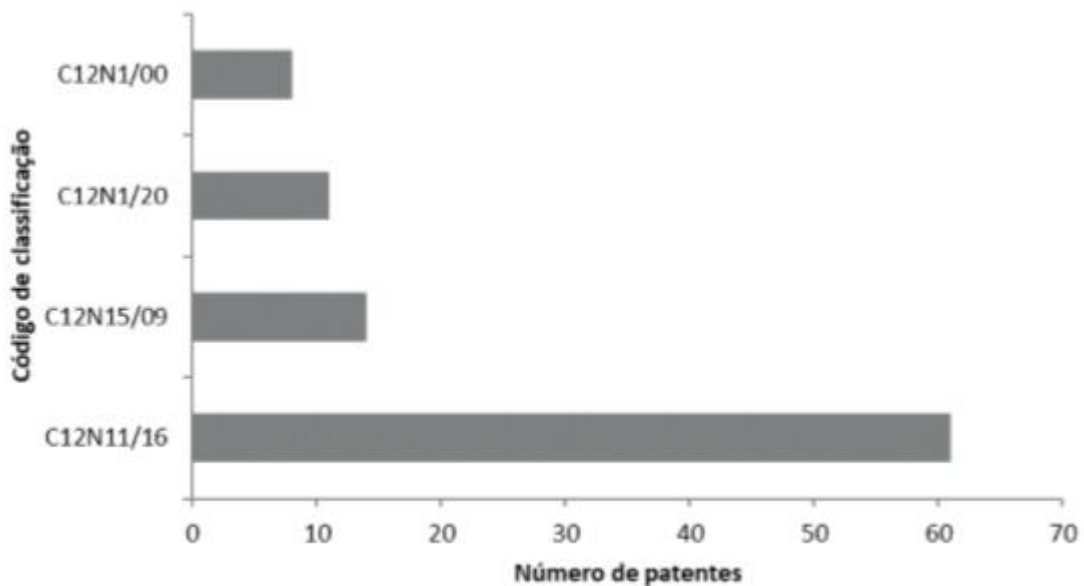


Figura 2: Classificação Internacional de Patentes.

A Figura 3, observa-se que os Estados Unidos se destacam com o maior número de patentes depositadas, em seguida estão Japão e China. Contudo, a preocupação em investir em tecnologia favoreceu o crescimento tecnológico deste país, colocando-o no ranking de depósitos de patentes Materiais híbridos de memória, além de outras áreas de materiais.

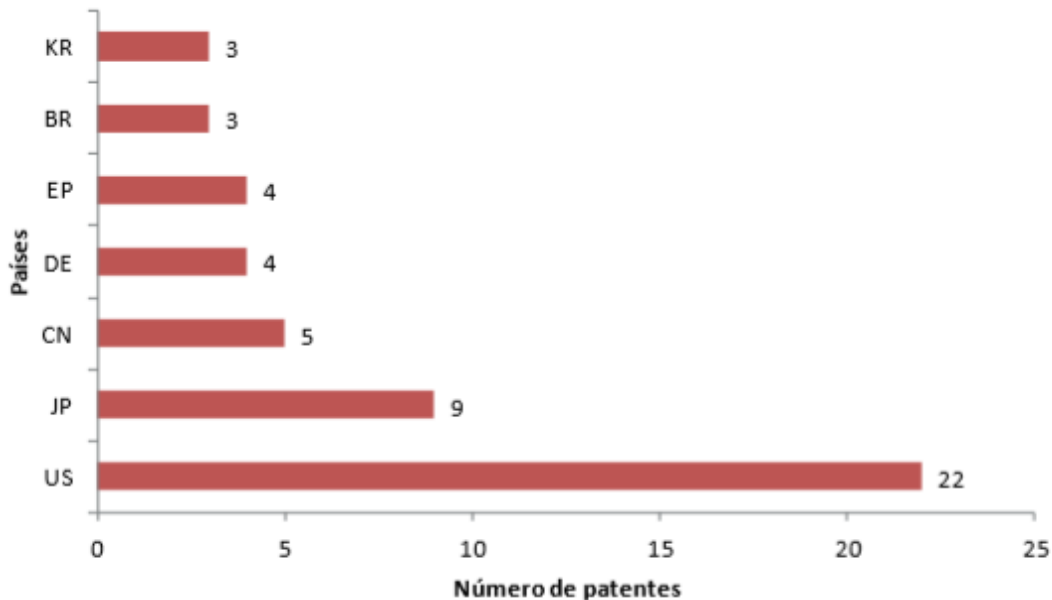


Figura 3: Países depositantes de Patentes.

## CONCLUSÃO

Através destes estudos de prospecção tecnológica, foi possível constatar que o depósito de patentes envolvendo a utilização de Materiais híbridos de memória avança cada vez mais, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 1968, atingindo o número máximo de patentes em 2017 e 2018. Os Estados Unidos, China e Japão são considerados os principais países depositários, com 22, 9 e 5 patentes na base WIPO, cada um respectivamente. Sendo assim, sugere-se que a aplicação dos Materiais híbridos de memória é de extrema relevância.

## REFERÊNCIAS

Castilho, W. S. (2008). Caracterização termomecânica de compósitos híbridos com memória de forma.

Cerón, D. M. S. (2010). Desenvolvimento de uma metodologia para fabricação de compósitos híbridos com memória de forma.

Amaral, B. A. F. (2014). *Vigas de GFRP reforçadas com ligas de memória de forma* (Doctoral dissertation).

Faria, V. A. D. (2007). Análise numérica de frequência natural de materiais compósitos híbridos com memória de forma.

Emilia, A., & da Rocha Souto, C. ATUADORES HÍBRIDOS ATIVOS USANDO ELEMENTOS PIEZOELÉTRICOS E MATERIAL COM MEMÓRIA DE FORMA PARA ATUAR NO CONTROLE DE VIBRAÇÃO E RUÍDO.

Gordijo, C. R. (2007). *Estudo de metalofármacos antiinflamatórios de cobre e dos materiais híbridos resultantes de suas imobilizações no hidróxido duplo lamelar hidrotalcita: síntese, caracterização e avaliação da atividade farmacológica* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Willis, D. (1997). *Uma abordagem de sistemas híbridos para a preservação de materiais impressos*. Projeto conservação preventiva em bibliotecas e arquivos.

Gonçalves, L. P. (2011). *Nanopartículas de dióxido de titânio como aditivos em materiais híbridos orgânico-inorgânico fotocromicos baseados em fosforatos* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Silvério, F. (2009). *Preparação e caracterização de materiais híbridos formados pela interação entre hidróxidos duplos lamelares e silicatos aniônicos* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Bordonal, A. C. (2016). *Materiais híbridos baseados em compostos lamelares e moléculas redox ativas*. Departamento de Química–Universidade Federal de São Paulo–USP.(Tese doutorado).

## Capítulo 7

### MATERIAIS TECNOLÓGICOS APLICADOS EM MEMBRANAS

Valdivânia Albuquerque do Nascimento; Yvo Borges da Silva; Millena de Cássia Sousa e Silva

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina – PI.

\*yvoborgess@gmail.com

#### RESUMO

As membranas simétricas podem ser densas ou porosas, sendo que as porosas apresentam porosidade uniforme ao longo de sua espessura. O objetivo deste estudo foi realizar uma prospecção tecnológica da utilização de materiais tecnológicos aplicados em membranas, 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. Através destes estudos de prospecção tecnológica, foi possível constatar que o depósito de patentes envolvendo a utilização materiais tecnológicos aplicados em membranas avança cada vez mais, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 2003, atingindo o número máximo de patentes em 2009 e 2010. Os Estados Unidos, Islândia e França são considerados os principais países depositários, com 75, 04 e 01 patentes na base WIPO, cada um respectivamente. Sendo assim, sugere-se que a aplicação dos materiais tecnológicos aplicados em membranas é de extrema relevância.

#### INTRODUÇÃO

Atualmente, as membranas são utilizadas em larga escala na produção de água potável, a partir da água do mar, através da técnica de osmose reversa; no tratamento de efluentes industriais e na recuperação de componentes valiosos, através da eletrodialise; no fracionamento de macromoléculas em solução, das indústrias de alimentos e de medicamentos, a partir da técnica de ultrafiltração, na remoção de ureia e outras toxinas do sangue, através de diálise, em um rim artificial, e etc (Habert, 2006; Alfava e Kubota, 2002; Muller, 2013; Araújo, 2011). Embora os tratamentos médicos usando processos de filtração por membrana possam ser muito diferentes em seu modo de funcionamento, nas estruturas utilizadas como barreiras de separação, e na condução forças motrizes utilizadas para o transporte de diferentes componentes químicos, as diversas técnicas de separação por membranas têm várias características em comum que as tornam atraentes como uma ferramenta de separação (Dantas et al., 2015; Trindade, 2010; Lenza, 2002; Silva, 2006).

As membranas simétricas podem ser densas ou porosas, sendo que as porosas apresentam porosidade uniforme ao longo de sua espessura. Por sua vez, as membranas assimétricas apresentam um gradiente de porosidade ao longo de sua espessura, podendo ser totalmente porosas ou formadas por dupla

camada constituída de uma parte densa, responsável pela seletividade, e outra porosa que funciona como suporte, estas membranas são denominadas assimétricas integrais (Dallan, 2005; Moraes, 2008; Baptista, 2010). Quando a camada superior da membrana e o suporte poroso são feitos por materiais diferentes, a membrana é denominada composta. Como citado acima os PSM são diferenciados pela estrutura da membrana que determina o mecanismo de separação e conseqüentemente sua aplicação (Perles, 2008) A escolha do sistema de membranas ocorre a partir do tipo de aplicação, devendo-se considerar a porosidade e o coeficiente de retenção da membrana (Lenza et al., 2002; Dacanal, 2014).

## **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 tecnológicos, membranas, em português e 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**

A Figura 1 ilustra a quantificação de patentes depositadas por ano, demonstrando que os anos 2009 e 2010 tiveram o maior número de depósitos na área, com 2 patentes, respectivamente. Vale ressaltar que, a primeira patente sobre o tema foi depositada em 2003, mostrando assim que os estudos na área tendem a ser recentes e com o nível de evolução cada vez maior.



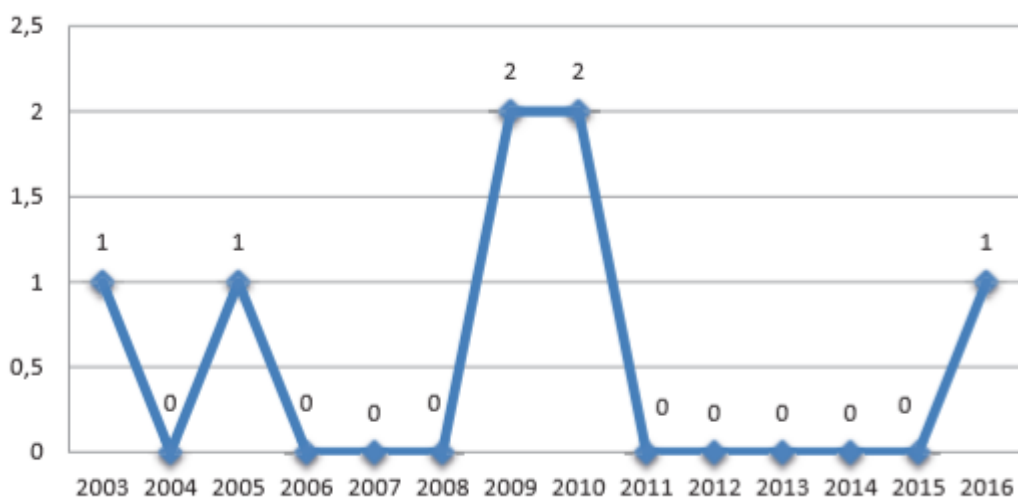


Figura 1: Patentes depositadas por ano.

A Figura 2, observa-se que a Estados Unidos se destaca com o maior número de patentes depositadas, em seguida estão Islândia e França. Contudo, a preocupação em investir em tecnologia favoreceu o crescimento tecnológico deste país, colocando-o no ranking de depósitos de patentes materiais tecnológicos aplicados em membranas, além de outras áreas de materiais.

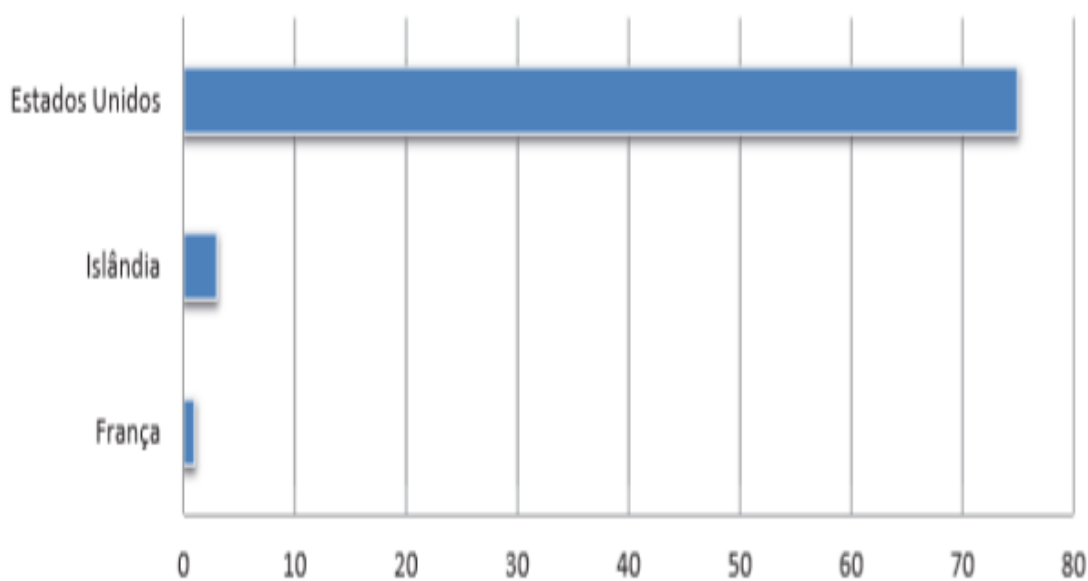


Figura 2: Países depositantes de Patentes.

## CONCLUSÃO

Através destes estudos de prospecção tecnológica, foi possível constatar que o depósito de patentes envolvendo a utilização materiais tecnológicos aplicados em membranas avança cada vez mais, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 2003, atingindo o número máximo de patentes em 2009 e 2010. Os Estados Unidos, Islândia e França são considerados os principais países depositários, com 75, 04 e 01 patentes na base WIPO, cada um respectivamente. Sendo assim, sugere-se que a aplicação dos materiais tecnológicos aplicados em membranas é de extrema relevância.

## REFERÊNCIAS

- Habert, A. C. (2006). *Processos de separação por membranas* (Vol. 3). Editora E-papers.
- Alfaya, A. A., & Kubota, L. T. (2002). A utilização de materiais obtidos pelo processo de sol-gel na construção de biossensores. *Química Nova*, 25(5), 835-841.
- Müller, F. (2013). Membranas poliméricas íon seletivas aniônicas e catiônicas para uso em eletrodialise.
- Araújo, J. A. D. (2011). Materiais híbridos de PE-g-MA-Al/AIPO<sub>4</sub> impregnado com Fe, Al utilizados como membranas poliméricas na recuperação de efluentes de galvanoplastia.
- Dantas, T. S., Lelis, É. R., Naves, L. Z., & Fernandes-Neto, A. J. (2015). Materiais de enxerto ósseo e suas aplicações na odontologia. *Journal of Health Sciences*, 13(2).
- Trindade, R. S. (2010). Caracterização de membranas poliméricas aplicadas ao processo de microfiltração.
- Lenza, R. F. S., Costa, R. O. R., & Vasconcelos, W. L. (2002). Obtenção e caracterização de membranas assimétricas via sol-gel. *Cerâmica*, 48(306), 49-53.
- Silva, F. A., & Lira, H. L. (2006). Preparação e caracterização de membranas cerâmicas de cordierita. *Cerâmica*, 52(324), 276-282.
- Dallan, P. R. M. (2005). Síntese e caracterização de membranas de quitosana para aplicação na regeneração de pele.
- Moraes, M. L. D. (2008). *Filmes nanoestruturados de materiais de interesse biológico: ênfase na interação com modelos de membrana e aplicações em biossensores* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Baptista, A. C., Borges, J. P., & Ferreira, I. (2010). Produção de Biobaterias a partir de Membranas obtidas pela Técnica de Electrofiação. *Ciência & Tecnologia dos Materiais*, 22(1-2), 2-13.
- Araújo, J. A. D. (2011). Materiais híbridos de PE-g-MA-Al/AIPO<sub>4</sub> impregnado com Fe, Al utilizados como membranas poliméricas na recuperação de efluentes de galvanoplastia.

Perles, C. E. (2008). Propriedades físico-químicas relacionadas ao desenvolvimento de membranas de Nafion® para aplicações em células a combustível do tipo PEMFC. *Polímeros*, 18(4), 281-288.

Lenza, R. F. S., Costa, R. O. R., & Vasconcelos, W. L. (2002). Obtenção e caracterização de membranas assimétricas via sol-gel. *Cerâmica*, 48(306), 49-53.

Dacanal, M. (2014). Tratamento de lixiviado através de filtro anaeróbio associado a membrana de microfiltração.

## Capítulo 8

### REVESTIMENTOS INTELIGENTES BIOINSPIRADOS PARA APLICAÇÕES INDUSTRIAIS E BIOMÉDICAS

Valdivânia Albuquerque do Nascimento; Yvo Borges da Silva; Millena de Cássia Sousa e Silva

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina – PI.

\*yvoborgess@gmail.com

#### RESUMO

A escolha do biomaterial apropriado é essencial para o sucesso do tratamento pois cada material possui sua capacidade para exercer a função que lhe foi dada, isso se deve ao grau de biocompatibilidade. O objetivo deste estudo foi realizar uma prospecção tecnológica da utilização de materiais de revestimentos inteligentes bioinspirados para aplicações industriais e biomédicas, 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. Através destes estudos de prospecção tecnológica, foi possível constatar que o depósito de patentes envolvendo a utilização de materiais de revestimentos inteligentes bioinspirados para aplicações industriais e biomédicas avança cada vez mais, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 2008, atingindo o número máximo de patentes em 2015 e 2017. A Alemanha, Irlanda e Brasil são considerados os principais países depositários, com 68, 54 e 48 patentes na base WIPO, cada um respectivamente. Contudo, o Brasil encontra-se em terceiro nível de depósitos. Sendo assim, sugere-se que a aplicação dos materiais de revestimentos inteligentes bioinspirados para aplicações industriais e biomédicas é de extrema relevância.

#### INTRODUÇÃO

A escolha de um material para ser usado como biomaterial depende da análise de uma série de requisitos que esses devem possuir. Como característica imprescindível os materiais devem apresentar a biocompatibilidade, ou seja, devem cumprir as funções para qual foram projetados, sem provocar ou estimular o mínimo de reações alérgicas ou inflamatórias (Rodrigues, 2019; Aguiar, 2015). Outras características importantes são a biodegradabilidade, fenômeno em que o material é degradado ou solubilizado em fluidos tissulares, desaparecendo do sítio de implantação, assim como a velocidade de degradação do material (Martins, 2013; Laranjeira et al., 2009).

A escolha do biomaterial apropriado é essencial para o sucesso do tratamento pois cada material possui sua capacidade para exercer a função que lhe foi dada, isso se deve ao grau de biocompatibilidade e de biofuncionabilidade (Sepúlveda et al., 1999; Soares, 2006). O conhecimento sobre os materiais e suas propriedades são de extrema importância para um direcionamento ideal para aplicação de um determinado

biomaterial, levando em consideração suas compatibilidades física, mecânica e biológica (Souza, 2009; Pires et al., 2015).

Na seleção de um material biocompatível, a primeira etapa é reconhecer quais são as propriedades requeridas para a aplicação (Silva, 2007; Recouvreux, 2012). A estrutura do material, em escala micro ou nanométrica, está sensivelmente ligada à essas propriedades, então é fundamental que se tenha um ótimo entendimento sobre as propriedades desejadas e, conseqüentemente, ir ao encontro da microestrutura ideal (Minatti et al., 2012; da Silva, 2018; Silva, 2017).

## **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).

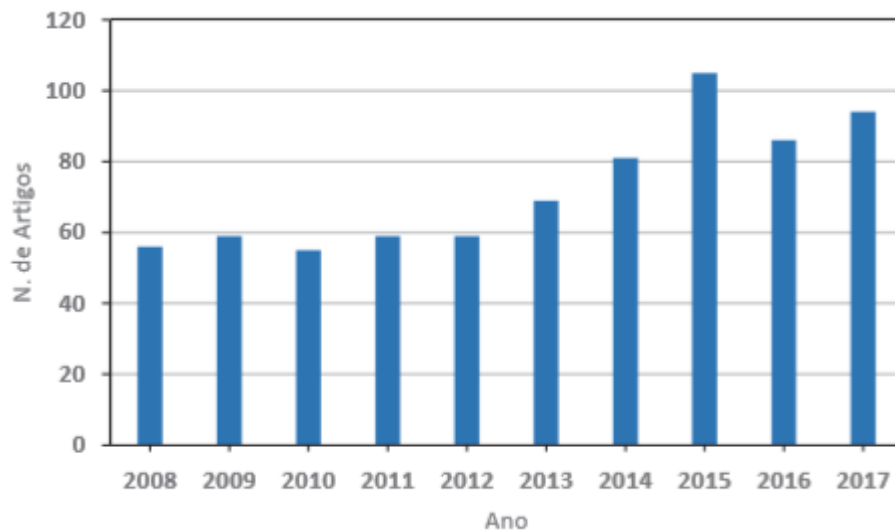
A pesquisa foi realizada em janeiro de 2020 e foram utilizados como palavras-chave os termos revestimento, biomaterial, em português e em inglês. Os termos em inglês foram utilizados para as bases internacionais, enquanto que os termos em português foram utilizados para a busca de documentos em base 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**

A Figura 1 ilustra a quantificação de patentes depositadas por ano, demonstrando que os anos 2015 e 2017 tiveram o maior número de depósitos na área, com 105 e 95, respectivamente. Vale ressaltar que, a primeira patente sobre o tema foi depositada em 2008, mostrando assim que os estudos na área tendem a ser recentes e com o nível de evolução cada vez maior.

Figura 1: Patentes depositados por ano.



A Figura 2, observa-se que a Alemanha se destaca com o maior número de patentes depositadas, em seguida estão Irlanda e Brasil. Contudo, a preocupação em investir em tecnologia favoreceu o crescimento tecnológico deste país, colocando-o no ranking de depósitos de patentes materiais de revestimentos inteligentes bioinspirados para aplicações industriais e biomédicas, além de outras áreas de materiais.

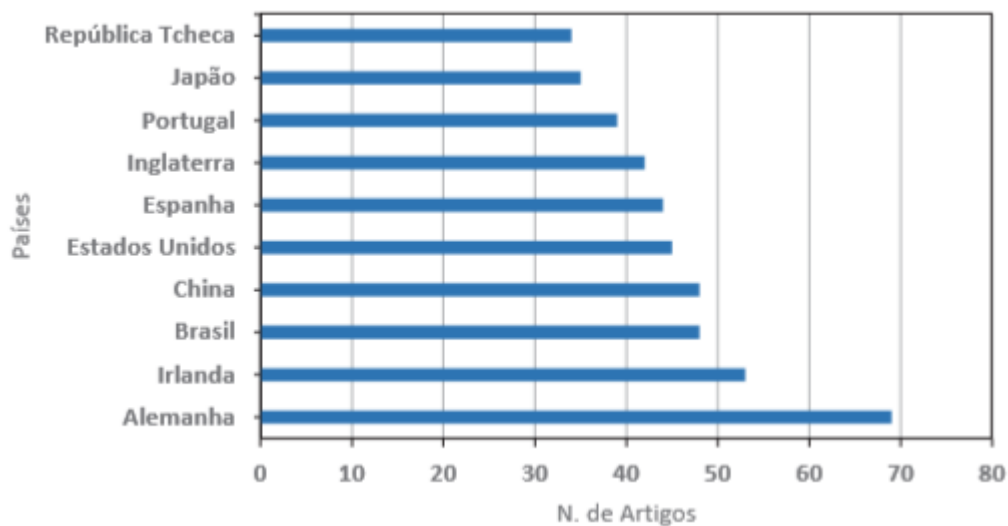


Figura 2: Países depositantes de patentes.

## CONCLUSÃO

Através destes estudos de prospecção tecnológica, foi possível constatar que o depósito de patentes envolvendo a utilização de materiais de revestimentos inteligentes bioinspirados para aplicações industriais e

biomédicas avança cada vez mais, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 2008, atingindo o número máximo de patentes em 2015 e 2017. A Alemanha, Irlanda e Brasil são considerados os principais países depositários, com 68, 54 e 48 patentes na base WIPO, cada um respectivamente. Contudo, o Brasil encontra-se em terceiro nível de depósitos. Sendo assim, sugere-se que a aplicação dos materiais de revestimentos inteligentes bioinspirados para aplicações industriais e biomédicas é de extrema relevância.



## REFERÊNCIAS

- Rodrigues, A. C. C. (2019). Desenvolvimento de um material compósito com resíduos de conchas marinhas. Aplicação em vasos biodegradáveis.
- Aguiar, K. M. F. R. D. (2015). *Síntese de hidroxiuretana-poli (dimetilsiloxano) com diferentes terminações de cadeia via fixação de CO<sub>2</sub>: síntese, caracterizações e potenciais aplicações* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Martins, M. S. P. (2013). *Síntese e caracterização de redes metalo-orgânicas de fármacos* (Doctoral dissertation, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa).
- Laranjeira, M., & Fávere, V. T. D. (2009). Quitosana: biopolímero funcional com potencial industrial biomédico. *Química Nova*, 32(3), 672-678.
- Sepúlveda, P., Pandolfelli, V. C., Rogero, S. O., Higa, O. Z., & Bressiani, J. C. (1999). Hidroxiapatita porosa produzida através do gelcasting de espumas visando aplicações biomédicas. *Cerâmica*, 45(296), 198-202.
- Soares, C. (2006). Síntese e caracterização de biocimentos nanoestruturados para aplicações biomédicas.
- Souza, J. C. P. D. (2009). Estudo e Caracterização de Pós Nanoestruturados de Fosfatos de Cálcio e Nanocompósitos de Fosfatos de Cálcio/A1203-a Sol-Gel para Aplicações Biomédicas.
- Pires, A. L. R., Bierhalz, A. C., & Moraes, Â. M. (2015). Biomateriais: tipos, aplicações e mercado. *Química nova*, 38(7), 957-971.
- Silva, R. F. D. (2007). Estudo de caracterização de pós nanoestruturados de fosfato de cálcio e nanocompósitos fosfato de cálcio sio<sub>2</sub>n para aplicações biomédicas.
- Recouvreux, D. D. O. S. (2012). Desenvolvimento de novos biomateriais baseados em celulose bacteriana para aplicações biomédicas e de engenharia de tecidos.
- Minatti, J., Furlan, G., & Rodrigues, D. (2012). Obtenção e caracterização de pós de ti-13nb-13zr por moagem de alta energia para aplicações biomédicas. In *VI Conferência brasileira sobre temas de tratamento térmico* (pp. 324-332).
- da Silva, T. C. G. (2018). *DESENVOLVIMENTO DE LIGAS DE ALTA ENTROPIA A BASE DE Ti-Zr-Nb PARA APLICAÇÃO BIOMÉDICA* (Doctoral dissertation, Universidade Federal do Rio de Janeiro).
- Silva, M. F. D. (2017). *Estudo de estabilidade coloidal de sistemas de nanopartículas magnéticas recobertas visando aplicação em biomedicina* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

## Capítulo 9

### MATERIAIS AVANÇADOS TRIDIMENSIONAIS BASEADOS EM NANOESTRUTURAS

Valdivânia Albuquerque do Nascimento; Yvo Borges da Silva; Millena de Cássia Sousa e Silva

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina – PI.

\*yvoborgess@gmail.com

#### RESUMO

Muitos métodos para obter estruturas na escala nanométrica são utilizados nos dias de hoje. Síntese sol-gel, CVD e anodização são algumas das técnicas capazes de produzir nanoestruturas com controle de propriedades físicas, elétricas, ópticas ou químicas. O objetivo deste estudo foi realizar uma prospecção tecnológica da utilização de materiais avançados tridimensionais baseados em nanoestruturas, 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. O marco inicial dos depósitos de patentes foi em 1996, atingindo o número máximo de patentes em 2016 e 2017. A China, Índia e Malásia são considerados os principais países depositários, com 135, 118 e 62 patentes na base WIPO, cada um respectivamente. Sendo assim, sugere-se que a aplicação dos materiais avançados tridimensionais baseados em nanoestruturas é de extrema relevância.

#### INTRODUÇÃO

A integração entre nanotecnologia e biologia tem produzido excelentes resultados no diagnóstico molecular, na detecção de agentes químicos/biológicos e na bioengenharia (Silva, 2019; Mourão et al., 2009). Muitos destes avanços foram alcançados graças ao desenvolvimento de sensores bioanalíticos baseados no conceito de interação em superfícies com a finalidade de capacitar um dispositivo para reações seletivas de biorreconhecimento (Neto e Paiva, 2017).

Dentro deste contexto, as NPsAu apresentam algumas características particulares, tais como suas propriedades colorimétricas e condutividade, que têm potencializado seu emprego para a detecção de moléculas biológicas (Silveira, 2016). A utilização de sequências de alguns oligonucleotídeos, precursores de vários microrganismos, dentre eles, bactérias, vírus e outros agentes patogênicos na formação de conjugados com as NPsAu, tem comprovado sua alta eficiência na identificação e no diagnóstico de várias doenças, assim como no reconhecimento e detecção sequencial de fragmentos do DNA (Ribeiro, 2015; Badshah, 2011).

Os dispositivos criados a partir da formação destes sistemas têm atraído a atenção de distintos setores da cadeia produtiva, por exemplo, na aplicação de diagnóstico clínico, nas indústrias farmacêuticas e alimentícias, patologistas e geneticistas (Gil, 2016).

Muitos métodos para obter estruturas na escala nanométrica são utilizados nos dias de hoje. Síntese sol-gel, CVD e anodização são algumas das técnicas capazes de produzir nanoestruturas com controle de propriedades físicas, elétricas, ópticas ou químicas (Santos, 1998; Souza, 2015).

## **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, tridimensionais, nanoestruturas, em português e 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**

A Figura 1 ilustra a quantificação de patentes depositadas por ano, demonstrando que os anos 2016 e 2017 tiveram o maior número de depósitos na área, com 7 e 9, respectivamente. Vale ressaltar que, a primeira patente sobre o tema foi depositada em 1996, mostrando assim que os estudos na área tendem a ser recentes e com o nível de evolução cada vez maior.

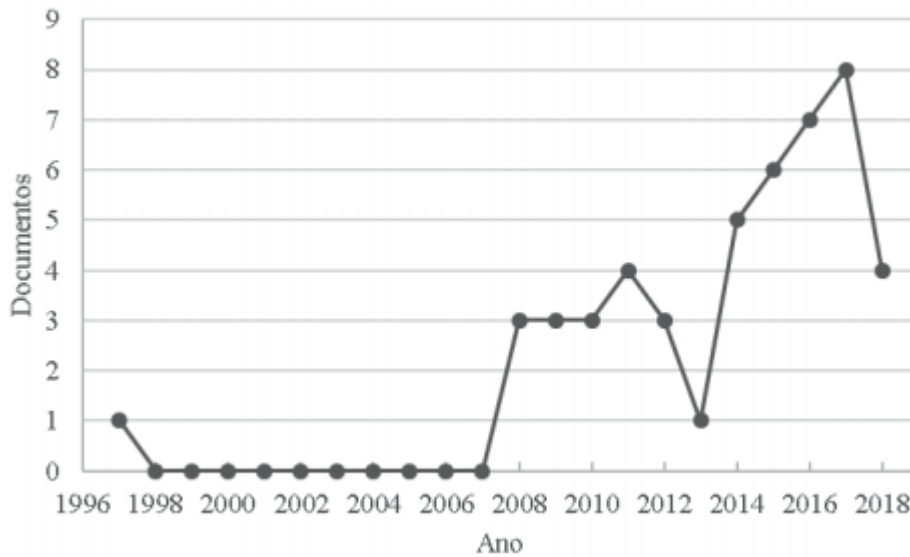


Figura 1: Patentes depositados por ano.

A Figura 2 apresenta as principais classificações internacionais de patentes, com códigos C08G63, C06G67e B01J31, referente a 88, 68 e 67 depósitos respectivamente. A classificação está relacionada aos materiais avançados tridimensionais baseados em nanoestruturas.

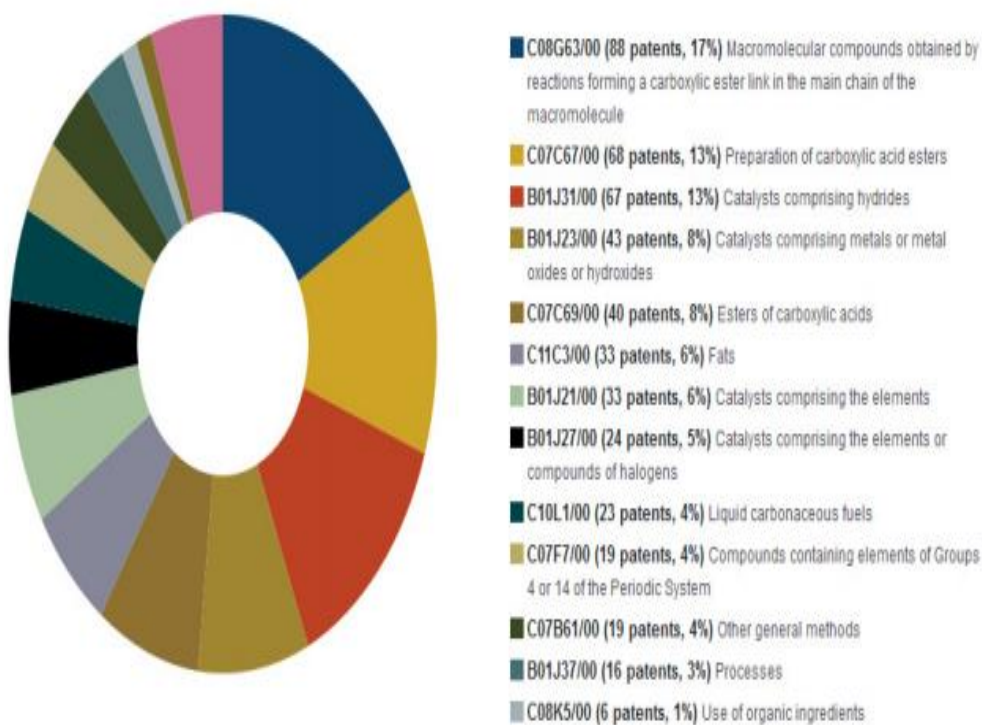


Figura 2: Classificação Internacional de Patentes

A Figura 3, observa-se que a China se destaca com o maior número de patentes depositadas, em seguida estão Índia e Malasia. Contudo, a preocupação em investir em tecnologia favoreceu o crescimento tecnológico deste país, colocando-o no ranking de depósitos de patentes materiais avançados tridimensionais baseados em nanoestruturas, além de outras áreas de materiais.

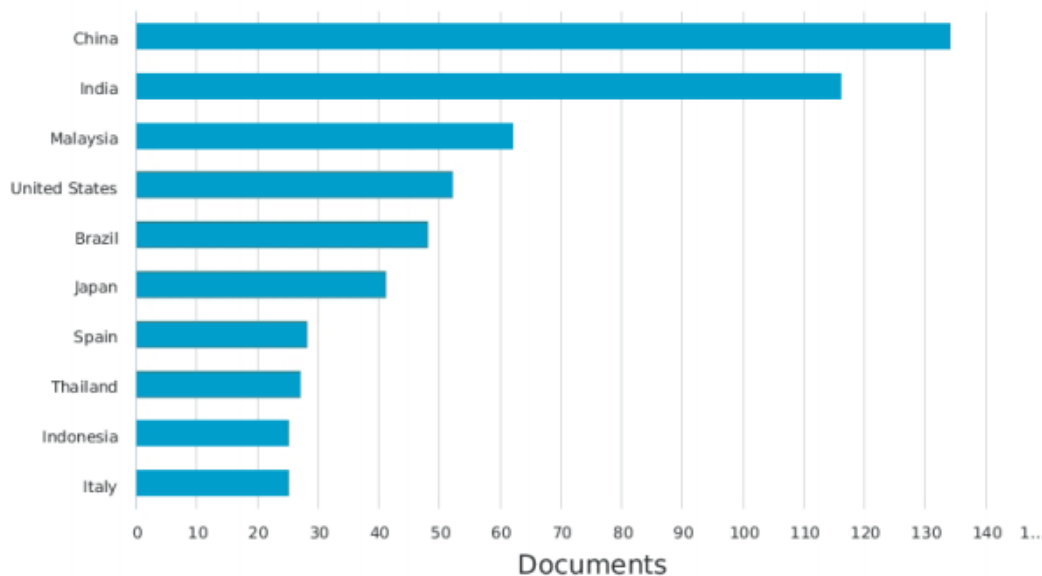


Figura 3: Países depositantes de Patentes.

## CONCLUSÃO

Através destes estudos de prospecção tecnológica, foi possível constatar que o depósito de patentes envolvendo a utilização de materiais avançados tridimensionais baseados em nanoestruturas avança cada vez mais, usando todos os termos-chave, sendo seu marco inicial em 1996, atingindo o número máximo de patentes em 2016 e 2017. A China, Índia e Malasia são considerados os principais países depositários, com 135, 118 e 62 patentes na base WIPO, cada um respectivamente. Sendo assim, sugere-se que a aplicação dos materiais avançados tridimensionais baseados em nanoestruturas é de extrema relevância.

## REFERÊNCIAS

- Silva, M. N. T. (2019). Filmes nanocompósitos entre hexacianoferrato de zinco e nanoestruturas de carbono aplicados como materiais catódicos em baterias recarregáveis de íons zinco.
- Mourão, H. A., Mendonça, V. R. D., Malagutti, A. R., & Ribeiro, C. (2009). Nanoestruturas em fotocatalise: uma revisão sobre estratégias de síntese de fotocatalisadores em escala nanométrica. *Química Nova*, 32(8), 2181-2190.
- Neto, F., & Paiva, E. *Partículas e Aerogéis nanoestruturados de SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> e SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>-Azul da Prússia para aplicação em fotocatalise heterogênea* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Silveira, J. F. R. V. (2016). Estudo de propriedades mecânicas de novas nanoestruturas de carbono através de simulação molecular.
- Ribeiro, B. (2015). Obtenção e caracterização de compósitos nanoestruturados de poli (sulfeto de fenileno) reforçados com nanotubos de carbono.
- Badshah, S. (2011). Híbridos inorgânico-orgânicos nanoestruturados de sílica mesoporosa e filossilicatos-energética da remoção de cátions na interface sólido/líquido.
- Gil, D. M. (2016). Obtenção de compositos nanoestruturados de PSU/Ferrocarbonila a partir do processo de eletrofiação.
- Santos, A. M. M. D. (1998). Estudo da viabilidade de obtenção de vidros nanoestruturados pelo processo sol-gel, visando a incorporação de rejeito nuclear e outros materiais.
- Souza, D. A. R. D. (2015). Revestimento de substrato têxtil com nanoestruturas de ZnO para aplicação antimicrobiana

## Capítulo 10

### NANOTUBOS DE TITANATO APLICADOS EM BATERIAS

Valdivânia Albuquerque do Nascimento; Yvo Borges da Silva; Millena de Cássia Sousa e Silva

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina – PI.

\*yvoborgess@gmail.com

#### RESUMO

Entre os materiais formados por Ti (IV), nanotubos de titanato tem se destacado por serem materiais de baixo custo, com uma combinação única de propriedades físico-químicas, ópticas, eletrônicas. O objetivo deste estudo foi realizar uma prospecção tecnológica da utilização de nanotubos de titanato aplicados em baterias, 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. A China, *Organização Mundial de Propriedade Intelectual – OMPI (WIPO)* e *Estados Unidos* são considerados os principais países depositários, com 63, 10 e 8% dos depósitos na base WIPO, cada um respectivamente. Contudo, o Brasil encontra-se em quinta possível em nível de depósitos. Sendo assim, sugere-se que a aplicação dos nanotubos de titanato aplicados em baterias é de extrema relevância.

#### INTRODUÇÃO

Entre os materiais formados por Ti (IV), nanotubos de titanato tem se destacado por serem materiais de baixo custo, com uma combinação única de propriedades físico-químicas, ópticas, eletrônicas (Alves, 2013; Scheid, 2019). Embora tenha sido reportado que a interação dos nanotubos de titanato com peróxido de hidrogênio leve à formação de sólidos amarelados, não foram encontrados estudos relacionados à aplicação desses materiais como catalisadores em reações de oxidação com  $H_2O_2$  (Arruda, 2015; Souza, 2014).

Por esses motivos, os nanotubos de titanato apresentam características desejáveis para o desenvolvimento de novos catalisadores heterogêneos em uma grande variedade de reações de oxidação e, em especial, para serem empregados nos processos de dessulfurização oxidativa (Martins, 2017; Silva, 2012).

Nas últimas décadas, a substituição isomórfica de Si (IV) por Ti (IV) em matrizes de sílica, aluminossilicatos ou zeólitas tem levado à descoberta de inúmeros catalisadores altamente ativos em reações de oxidação (Sales, 2019; Morgado Júnior, 2007; Leita, 2017). Os estudos indicam que os átomos de Ti (IV) nessas estruturas podem interagir com  $H_2O_2$  produzindo espécies radicalares do tipo superóxido ou hidroperóxido (Santos, 2018; Ferreira, 2006). É interessante observar que formação dos radicais pode ser

facilmente constatada pela coloração amarelada dos sólidos quando  $H_2O_2$  é adicionado ao meio reacional (Lucas, 2017; Soares, 2017; Silva, 2012).

## **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 nanotubo, titanato, bateria, em português e 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.

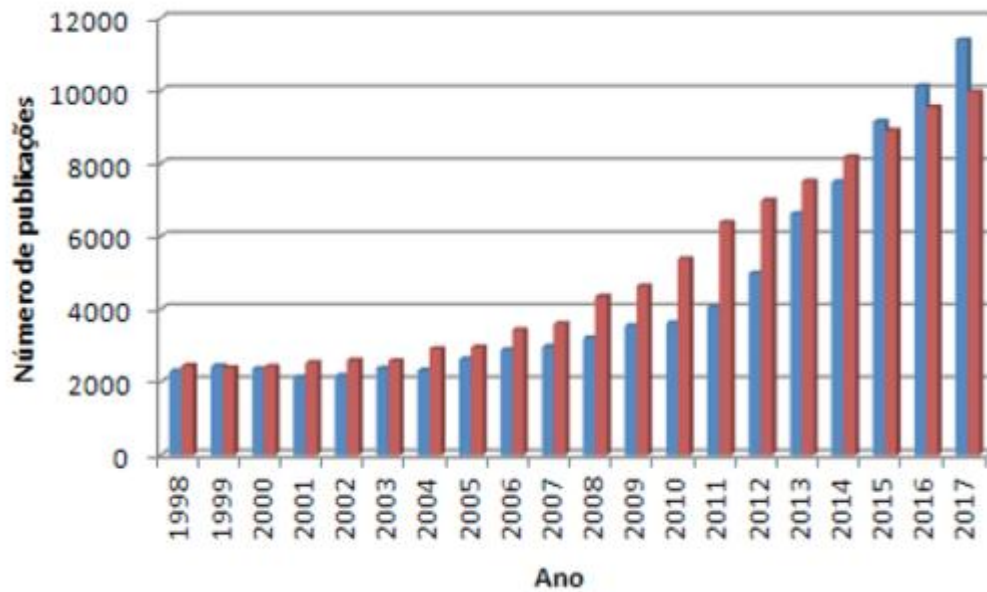
Para a verificação da evolução anual de depósito de patentes, foi realizado uma busca de patentes depositadas por ano. Também foi realizado a avaliação da distribuição de patentes por país depositário e por Classificação Internacional de Patentes (CIP). Foram analisados todos os pedidos de patente existentes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

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Figura 1 ilustra a quantificação de patentes depositadas por ano, demonstrando que os anos 2016 e 2017 tiveram o maior número de depósitos na área, com 10.000 e 11.000, respectivamente. Vale ressaltar que, a primeira patente sobre o tema foi depositada em 1998, mostrando assim que os estudos na área tendem a ser recentes e com o nível de evolução cada vez maior.

Figura 1: Patentes depositados por ano.





A Figura 2, observa-se que a China se destaca com o maior número de patentes depositadas, em seguida estão *Organização Mundial de Propriedade Intelectual – OMPI (WIPO)* e *Estados Unidos*. Contudo, a preocupação em investir em tecnologia favoreceu o crescimento tecnológico deste país, colocando-o no ranking de depósitos de patentes de utilização de nanotubos de titanato aplicados em baterias.

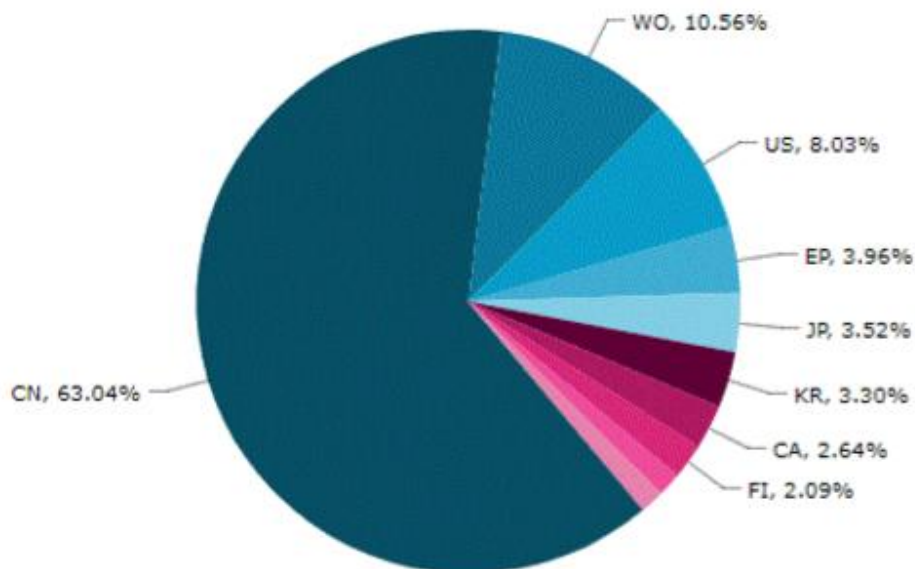


Figura 2: Países depositantes de patentes.

## CONCLUSÃO

Através destes estudos de prospecção tecnológica, foi possível constatar que o depósito de patentes envolvendo a utilização de nanotubos de titanato aplicados em baterias avança cada vez mais, usando todos os termos chaves, sendo seu marco inicial em 1998, atingindo o número máximo de patentes em 2016 e 2017. A China, *Organização Mundial de Propriedade Intelectual – OMPI (WIPO)* e *Estados Unidos* são considerados os principais países depositários, com 63, 10 e 8% dos depósitos na base WIPO, cada um respectivamente. Contudo, o Brasil encontra-se em quinta posição em nível de depósitos. Sendo assim, sugere-se que a aplicação dos nanotubos de titanato aplicados em baterias é de extrema relevância.

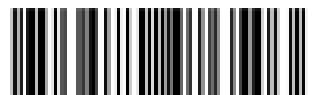
## REFERÊNCIAS

- Alves, D. C. B. (2013). Estudo e aplicações de nanomateriais multifuncionais: propriedades de transporte de nanotubos de titanato e novos materiais baseados em óxido de grafeno.
- Scheid, C. M. (2019). Estudo de nanoestruturas de titanato como catalisadores heterogêneos aplicados na síntese de carbonato de glicerol.
- Arruda, L. B. D. (2015). Nanotubos óxidos aplicados a resinas compostas fotoativadas.
- Souza, A. P. S. (2014). Desenvolvimento de células solares fotoeletroquímicas utilizando nanopartículas de TiO<sub>2</sub> e nanotubos de titanatos fotosensibilizados pela mesoporfirina.
- Martins, A. S. (2017). *Síntese e caracterização de eletrodos de TiO<sub>2</sub>/WO<sub>3</sub>, nanotubos de TiO<sub>2</sub>/WO<sub>3</sub> e nanotubos de TiO<sub>2</sub>/titanato para aplicação no tratamento fotoeletrocatalítico dos interferentes endócrinos bisfenol-A e propil* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Silva, E. F. B. D. (2012). Síntese hidrotérmica e caracterização estrutural de titanatos nanotubulares para aplicação na captura do dióxido de carbono.
- Sales, R. N. (2019). *Aplicabilidade de nanoestruturas híbridas de titanatos em reações catalíticas de elevado interesse industrial* (Doctoral dissertation).
- Morgado Júnior, E. (2007). Estudo de titanatos nanoestruturados obtidos por tratamento hidrotérmico de óxido de titânio em meio alcalino.
- Leite, M. M. (2017). *Estudo de nanoestruturas de titanato sintetizadas pelo método hidrotérmico* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Santos, A. P. B. D. (2018). Influência dos parâmetros de síntese nas propriedades estruturais e morfológicas de nanotubos a base de La e Ce obtidos por via hidrotérmica alcalina sem templates.
- Lucas, T. T. A. *Estudo da formação de heterojunção e dopagem em nanotubos de TiO<sub>2</sub>: estratégias para melhorar a eficiência na fotossíntese artificial para a geração de hidrogênio* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- SOARES, T. A. S. (2017). *Síntese de nanotubos obtidos pelo processo de anodização sob a liga Ti-75Ta como fotocatalisador para fotogeração de H<sub>2</sub>* (Master's thesis, Universidade Federal de Pernambuco).
- SILVA, P. F. B. (2012). Confecção e caracterização de membrana para dessalinização de água a partir de rede de nanotubos de carbono.
- Ferreira, O. P. (2006). Nanotubos e nanobastões de óxidos e sulfetos de metais de transição obtidos via sistemas bidimensionais (lamelares): preparação, caracterização e propriedades.

## **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 978-65-80476-50-3



9 786580 476503 >