

## PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA PARA BIOCÓMPÓSITOS DE HIDROXIAPATITA COM POLIURETANOS E PROPRIEDADES OSTEOINDUTORAS

### EXPLORATION TECHNOLOGY FOR THE HYDROXYAPATITE BIOCOSITES WITH POLYURETHANES AND PROPERTIES OSTEOINDUCTIVE

Francisco Xavier Nobre<sup>1</sup>, José Milton Elias de Matos<sup>1</sup>, Maria Rita Chaves Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química- DQ

Universidade Federal do Piauí – UFPI – Teresina/PI – Brasil

[xavier.nobre.ufpi@gmail.com](mailto:xavier.nobre.ufpi@gmail.com)

[jmematos@ufpi.edu.br](mailto:jmematos@ufpi.edu.br)

<sup>2</sup>Núcleo de Inovação e Transferência de Tecnologia – NINTEC

Universidade Federal do Piauí – UFPI – Teresina/PI – Brasil.

[mrita@ufpi.edu.br](mailto:mrita@ufpi.edu.br)

#### Resumo

*A combinação de polímeros com biocerâmicas, vidros bioativos ou similares, têm sido amplamente estudados, buscando assim, combinar características intrínsecas de cada um dos materiais de partida, em casos particulares, apresentam propriedades biocompatíveis que os tornam aplicáveis em sistemas biológicos, de forma a aumentar a velocidade de reconstituição e sustentação principalmente do tecido ósseo. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar por meio de competências tecnológicas e artigos relacionados, o panorama de publicações e depósitos de patentes envolvendo materiais constituídos basicamente por hidroxiapatita com poliuretano e características osteoindutoras relacionadas, no intervalo de anos entre 2000 à 2014. Os resultados descrevem que, o país que mais se destaca em quantidade de patentes depositadas correspondente à todos os termos de busca adicionados foi a China, seguida da República da Coreia. A classificação internacional que houve maior frequência nas competências tecnológicas compreendeu às necessidades humanas (A), sendo 75% das publicações envolvendo os Institutos e Universidades Públicas, para os 25% restantes, destacou-se as empresas e órgãos de iniciativa privada de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias.*

**Palavras-Chave:** Biomateriais; Base de dados; patentes; artigos.

## Abstract

*The combination of polymers with bioceramics and glasses bioactive, have been widely studied, thus seeking to combine intrinsic characteristics of each of the starting materials, in particular cases, have biocompatible properties that render them applicable in biological systems in order to increase reconstitution speed and support primarily of bone tissue. Thus, the aim of this study was to evaluate through technological skills and related items, the actual publications and patent applications involving materials constituted mainly of hydroxyapatite with polyurethane and osteoinductive characteristics related, between the years 2000 to 2014. The results report that the country which excels in number of patents filed corresponding to all terms of added search was China, followed by the Republic of Korea. The international classification that was more often in technological skills understood human needs (A), 75% of publications involving Institutes and Public Universities, for the remaining 25%, stood out companies and private organs of research and development of technologies.*

**Key-words:** biomaterials; data base; patents; articles.

## 1. Introdução

O número crescente de acidentes automobilísticos, domésticos ou na prática de esportes radicais e artes marciais, tornaram-se os principais fatores relacionados ao surgimento de fraturas diversas e lesões oriundas de impactos mecânicos, necessitando portanto, da reconstituição parcial ou total do tecido ósseo lesado (GOMES, et al., 2007).

No intuito de acelerar o processo de reconstituição do tecido danificado, vários materiais foram estudados nos últimos 70 anos, buscando nestes, estabilidade, baixo custo e satisfatória biocompatibilidade. Dentre os materiais largamente empregados em cirurgias envolvendo o tecido ósseo, as ligas metálicas têm exibido destaque para tal finalidade, dentre estes materiais, os derivados do titânio e platina são os mais comuns (SHIRANE et al., 2010).

No final das décadas de 1960, diversos estudos buscaram substituir próteses moldadas a partir da utilização de ligas metálicas, por meio da obtenção de materiais alternativos, surgindo neste cenário científico, os vidros bioativos, cimentos ósseos, fosfatos de cálcio e resinas poliméricas.

Os fosfatos de cálcio sintéticos foram os pioneiros em aplicações na forma de cimento ósseo, tais características se deve ao fato de possuírem relevante semelhança com os fosfatos de cálcio presentes na fase mineral do tecido ósseo humano. A Hidroxiapatita (Hap), biocerâmica que possui fórmula química  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , destacou-se como promissora em aplicações ortopédicas, devido as características osteoindutoras estarem intrinsecamente associadas à alta tolerância exibida por parte do tecido, ou seja, satisfatória compatibilidade apresentada quando *in vivo*, agregando portanto, números expressivos de pesquisas e investimentos relacionando este material (MACHADO et al., 2010).

As próteses e implantes oriundos de cimentos ósseos, apresentam limitações inerentes à ausência de propriedades mecânicas, tração e compressão, característico dos fosfatos de cálcio. A necessidade de revisões periódicas é geralmente associado com a exposição constante à fatores químico, físico ou mecânico, que contribuem negativamente na performance e durabilidade dos materiais. A proposta de combinar biopolímeros na forma de mistura com cimentos ósseos contribuiu não somente prolongando a vida útil, mas também, atribuindo propriedades específicas de ambos, obtendo por tanto, os biocompósitos (GALDINO et al., 2012).

Recentemente descoberto, mas promissores em aplicações biológicas, os polímeros derivados de óleos vegetais, comumente conhecidos por biopolímeros, têm sido destaque na área médica. Representantes clássicos deste grupo de macromoléculas, os denominados Poliuretanos (PU), compreendem uma classe de compostos que apresentam em sua constituição as ligações uretânicas  $(-R)-COO-NH-(R)-$  para qual, R representa a cadeia carbônica de tamanho variável, características deste grupo (DELPECH, 1999). Desde a obtenção dos Poliuretanos por Otto Bayer e colaboradores em 1933, ao reagirem polialcôois com isocianatos, foi possível viabilizar aplicações dos Poliuretanos na indústria automobilísticas, acústicas, borrachas, resinas, espumas flexíveis, tintas e outros (SIQUEIRA, DINIZ e DUTRA, 2008).

Somente em 1984 os poliuretanos ganharam destaque em aplicações na área médicas, tendo em vista os esforços promovidos pelo pesquisador Gilberto Orivaldo Chierice, que obteve poliuretanos biodegradáveis utilizando como matéria prima o óleo de mamona (*Ricinus communis* L.), óleo este, composto essencialmente pelo ácido graxo ricinoléico ( $C_{18}H_{34}O_3$ ). O mecanismo de polimerização necessário à obtenção dos biopolímeros, tornou-se quimicamente viável com a disposição de hidroxilas polimerizáveis na cadeia carbônica do triglicerídeo, característica ausente na maioria dos ácidos graxos que compõem os demais óleos vegetais, mas que, totalmente disponível no óleo de mamona (COUTINHO, et al., 1999).

As semelhanças do triglicerídeo do óleo vegetal com os lipídeos do tecido animal, proporcionaram bons resultados quando realizou-se a introdução destes biopolímeros na forma de próteses no saco escrotal de coelhos, porcos e outros animais, proporcionando alto desempenho nas avaliações histológicas, não havendo rejeição por parte do tecido, ou qualquer foco de incompatibilidade no organismo (CASTRO, et al., 2004).

Visando proporcionar pesquisas com relevante informações sobre os temas abordados nos parágrafos anteriores, se faz necessário o estudo atualizado por meio de prospecção tecnológica, direcionando e auxiliando pesquisas e desenvolvimento de patentes, informações essenciais aos órgãos públicos e privados de fomento a pesquisa e expansão econômica, bem como, na economia,

oportunidade de comercialização e competitividade dos mais variados produtos no mercado mundial (QUINTELLA, et al., 2009).

Com base no exposto, o presente trabalho científico teve como objetivo principal, estudar as potencialidades e a evolução das competências tecnológicas inerentes ao depósitos de patentes, e panorama de publicação de artigos relacionando os biocompósitos formados a partir de Hidroxiapatita com Poliuretanos, bem como, as propriedades relacionadas a osteoindução, especificamente no intervalo dos anos de anos entre 2000 à 2013. Para obtenção dos dados essenciais à pesquisa, foram consultadas as bases de dados: *European Patent Office* (EPO), tendo como suporte comparativo, as bases de dados do *Instituto Nacional de Propriedade Industrial* (INPI) e *United States Patent and Trademark Office* (USPTO). Na pesquisa relacionando o número de artigos publicados no mesmo intervalo de anos, utilizou-se da base de dados *Web of Science*, adicionando as mesmas palavras-chave nas buscas realizadas.

## 2. Metodologia

Realizou-se a prospecção tendo como fonte os pedidos de patentes depositadas nas bases de dados: *European Patent Office* (EPO); *United States Patent and Trademark Office* (USPTO) e no banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) do Brasil. A presente pesquisa avaliou somente o número total de depósito de patentes.

As palavras-chave consultadas na pesquisa foram: *Hydroxyapatite*, *Hydroxyapatite and polyurethanes* e *Hydroxyapatite and osteoinductive*, nas bases de dados EPO e USPTO. Na base de dados do INPI, utilizou-se das palavras: Hidroxiapatita, Hidroxiapatita e poliuretanos, como também, Hidroxiapatita e osteoindutor, tornando-se equivalentes às demais bases de dados (EPO e USPTO) consultadas. A base de dados *Web of Science* foi consultada utilizando das mesmas palavras-chave introduzidas na base de dados EPO e USPTO, registrando o valor total de artigos científicos para cada termo de busca inserido.

## 3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos mediante o estudo sistemático de depósitos de patentes relacionadas a palavra-chave *Hydroxyapatite*, equivalente a Hidroxiapatita na base de dados INPI (Tabela 1), revela ser expressivamente maior na base de dados EPO do que nas demais, totalizando 1.356 (um mil, trezentos e cinquenta e seis) patentes depositadas, montante este, que inclui desde a primeira patente depositada no ano de 1977, estendendo-se até o ano de 2014. Observa-se para a base de

dados do INPI, que houve o menor número de depósitos, totalizando 29 (vinte e nove) patentes relacionadas ao termo abordado, o que pode ser sugerido estar relacionado com o mecanismo de priorização dos grupos de pesquisa brasileiros, seja por questões financeiras ou burocráticas, em preferir publicar artigos, ao invés de realizar o pedido de depósito de anterioridade.

A pesquisa feita utilizando-se das palavras-chave, *Hydroxyapatite and poliurethanes*, correspondente a Hidroxiapatita e Poliuretanos na base de dados do INPI, resultou somente em 2 (dois) pedidos de depósitos na base de dados EPO, e somente 1 (um) na base de dados do INPI. As patentes verificadas nesta etapa da pesquisa fazem parte do montante do depósitos de patentes verificado para a palavra-chave Hydroxyapatite/Hidroxiapatita.

A busca torna-se ainda mais específica ao ser introduzido na pesquisa as palavras-chave *Hydroxyapatite and Osteoinductive*, equivalente a Hidroxiapatita e osteoindutor na base de dados do INPI, resultando somente em 6 (seis) patentes na base de dados da EPO, não sendo verificando saldo para as demais bases de dados (USPTO e INPI).

**Tabela 1:** Base de dados, palavras chaves e número total de competências tecnológicas pesquisadas.

Termo de busca	EPO	USPTO	INPI
<i>Hydroxyapatite</i> /Hidroxiapatita	1.356	450	29
<i>Hydroxyapatite and polyurethane</i> /Hidroxiapatita e poliuretanos	2	0	1
<i>Hydroxyapatite and Osteoinductive</i> /Hidroxiapatita e osteoindutor	6	0	0

Fonte: Autoria própria (2014)

No intuito de melhor discussão dos resultados, refinou-se o estudo ao limitar o intervalo de depósitos de patentes entre os anos de 2000 à 2014. A base de dados *European Patent Office* (EPO), compreendeu a fonte de pesquisa utilizada para o refinamento, devido possuir ferramentas que facilitam computar e estudar os resultados fornecidos. Os dados obtidos na pesquisa estão dispostos na Tabela 2, podendo ser facilmente visualizado que a quantidade de competências tecnológicas relacionadas a palavra-chave *Hydroxyapatite* é numerosamente maior, totalizando 1.143 (um mil, cento e quarenta e três) competências tecnológicas. Ao ser combinada a palavra-chave *Hydroxyapatite* com as palavras-chave *Poliurethanes* (poliuretanos) e *Osteoinductive* (osteoindutor), resultaram somente em 1 (um) e 6 (seis) depósitos, respectivamente.

**Tabela 2:** Quantidade de competências tecnológicas, anos e palavras-chave utilizadas na pesquisa refinada.

Consulta realizada na Base de Dados European Patent Office (EPO)			
Ano de depósito	Número de Patentes ( <i>Hydroxyapatite</i> )	Número de Patentes ( <i>Hydroxyapatite</i> <i>and</i> <i>Osteoinductive</i> )	Número de Patentes ( <i>Hydroxyapatite, and</i> <i>polyurethanes</i> )
2000	33		
2001	26	1	
2002	37	1	
2003	65		
2004	100		
2005	58		
2006	60		
2007	66		1
2008	78		
2009	146		
2010	75		
2011	147	2	2
2012	160	2	
2013	92		
<b>Total</b>	<b>1.143</b>	<b>6</b>	<b>3</b>

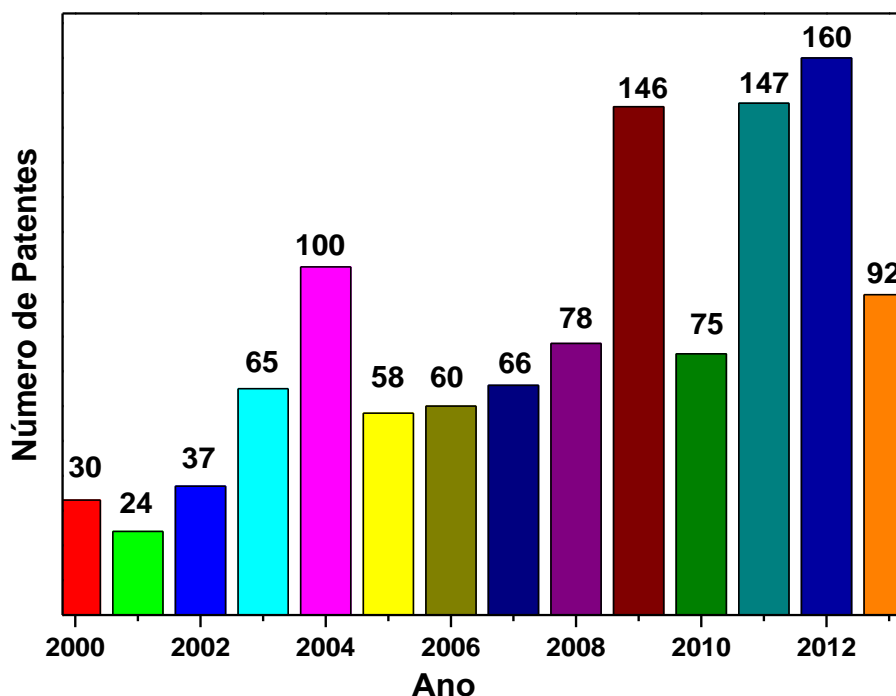
Fonte: Autoria própria (2014)

Buscando-se comparar a quantidade de artigos científicos publicados com o número de patentes depositadas, utilizando-se da base de dados *Web Of Science*, inserindo na busca a palavra-chave: *Hydroxiapatite*, no mesmo intervalo tempo utilizando na busca por patentes, verificando-se portanto, que a demanda de publicação na presente base de dados resultou em 34.794 (trinta e quatro mil, setessentos e noventa e quatro) artigos relacionados ao termo de busca adicionado, podendo assegurar mediante aos resultados obtidos, que o número de artigos científicos publicados em periódicos é expressamente maior do que o número de patentes depositadas para a mesma palavra pesquisada. Ao realizar o refinamento da busca combinando as palavras-chave *Hydroxyapatite* e *Poliurethanes*, *Hydroxyapatite* e *Osteoinductive*, obteve-se 231 (duzentos e trinta e um) e 391 (Trezentos e noventa e um) artigos científicos abordando os termos pesquisados, respectivamente, quantidade esta, também relativamente superior ao comparados com os números de depósitos de patentes apresentados na Tabela 2.

A tendência observada nas últimas décadas, descreve que houve uma preocupação inicial em priorizar pesquisas relacionando as propriedades e aplicações dos materiais, compósitos, dentre outros, mas não havendo necessariamente, diretrizes que enfatizem pesquisas que direcionem o desenvolvimento de tecnologias e inovação, preocupando-se portanto, em publicar os resultados a curto prazo, priorizando neste sentido, os artigos científicos, ao invés de solicitar o depósito de patente, tendo em vista também, que os periódicos são menos burocráticos.

Partindo dos dados apresentados na Tabela 2, plotou-se o gráfico visualizado na Figura 1, sobre o qual relaciona o número de patentes em função do ano de depósito, observando mediante análise, que o perfil não é linearmente crescente, apresentando portanto, máximos de números de depósitos nos anos de 2004, 2007, 2011 e 2012, correspondentes à 100, 146, 147 e 160, competências tecnológicas, respectivamente. O aumento significativo nos anos de 2011 e 2012, se deve à aplicação em larga escala da Hidroxiapatita na forma de cimento ósseo com outros materiais, mecanismos de produção a partir de estrutura óssea de peixes, bovinos e otimização de suas propriedades osteoindutoras.

**Figura 1:** Evolução anual do número de depósitos no intervalo de 2000 à 2013, correspondente a base de dados EPO, utilizando a palavra-chave *Hydroxyapatite*



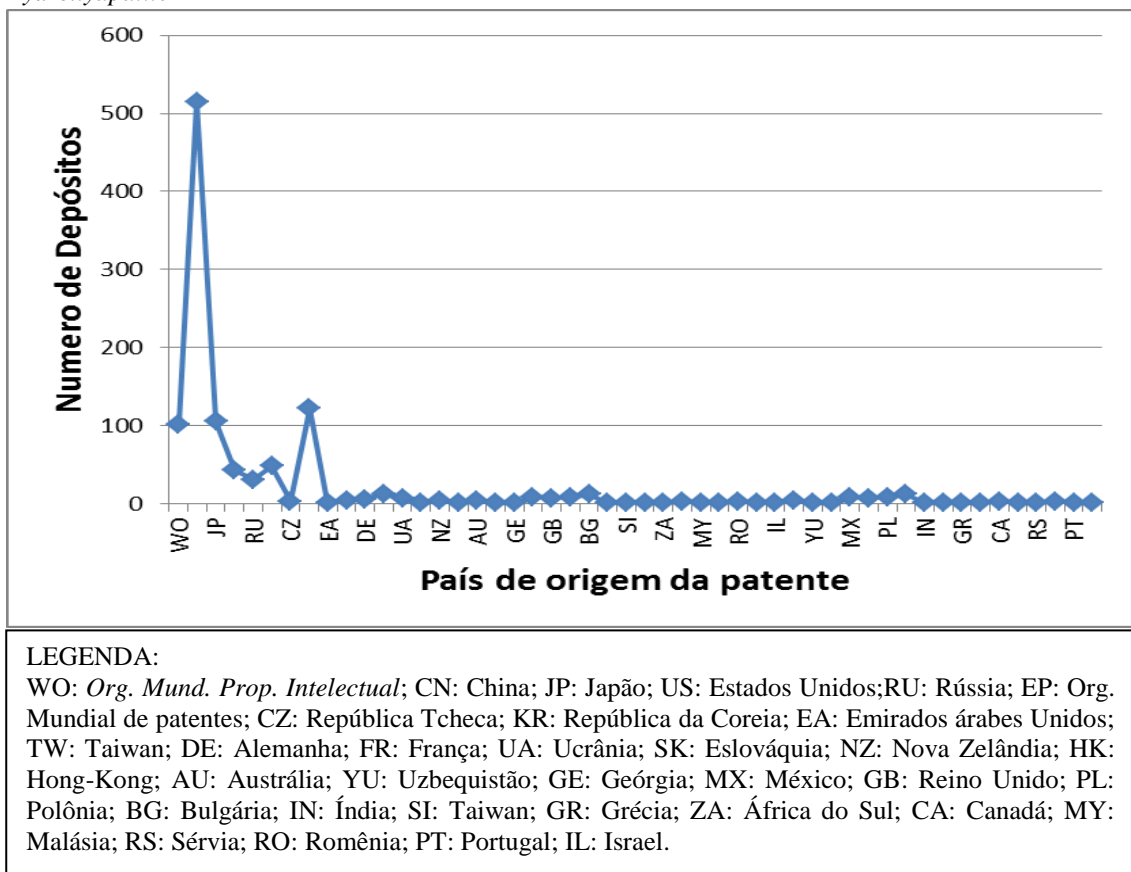
Fonte: Autoria própria (2014)

Ao ser avaliado a quantidade total de competências tecnológicas em relação aos países de origem (Fig. 2), o ranking é expressamente liderado pela China (CN), resultando no total de 511 (quinhentos e onze) patentes depositadas, seguido da República da Coreia com 119 (cento e



dezenove) depósitos. As duas potenciaas mundiais que lideram o número de depósitos de patentes, dispõem de tecnologias e financiamentos advindos da iniciativa privada, o que leva a direcionar pesquisas voltadas para a descoberta ou otimização das propriedades e aplicações dos compostos, corroborando para com os resultados observados.

**Figura 2:** Distribuição do número de patentes em função do país de origem da tecnologia, utilizando a palavra chave *Hydroxyapatite*

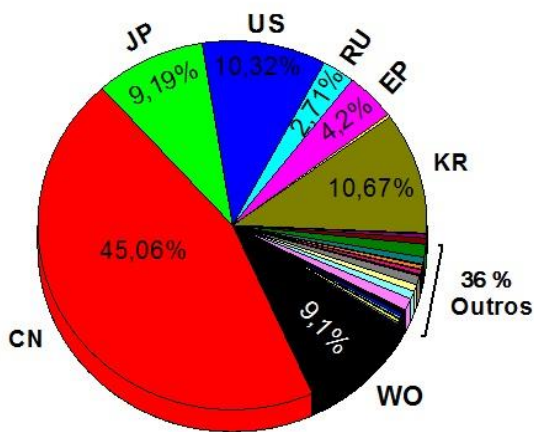


Fonte: Autoria própria (2014)

A projeção realizada para a porcentagem de depósitos de patentes, relacionando-os com a palavra-chave *Hydroxyapatite*, apresenta-se disposta na Figura 3, que mediante análise do gráfico observe-se que a China apresenta maior porcentagem de depósitos, compreendendo 45,06% do total, seguido pela República da Coreia (10,67%), Estados Unidos (10,32%) e Japão (9,19%). O ranking apresentado, compreende países que possuem programas de investimentos privados e públicos voltados para desenvolvimento de tecnologia e inovação, tornando-os amplamente difundidos dentre os programas governamentais relacionados, fortalecendo assim, as bases industriais.

**Figura 3:** Distribuição da porcentagem de depósitos por país de origem da tecnologia, utilizando a palavra *Hydroxyapatite*, no intervalo de anos entre 2000 à 2013

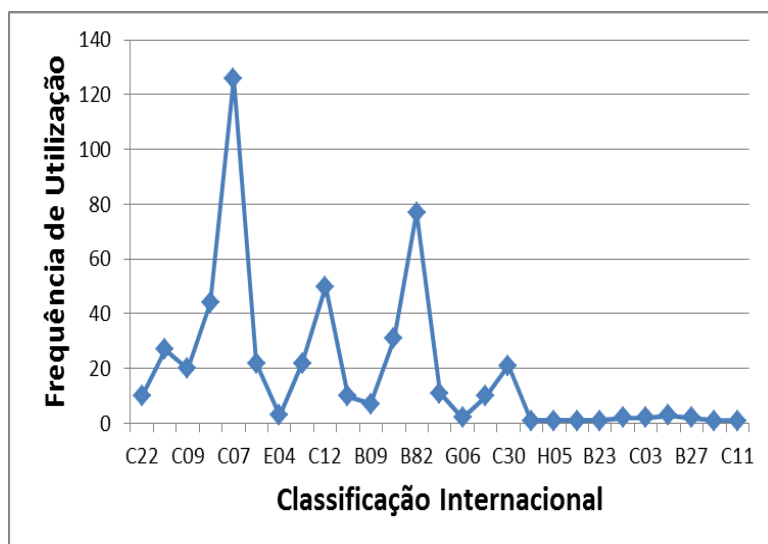




Fonte: Aatoria própria (2014)

As informações inerentes à classificação internacional são de fundamental importância para a prospecção de interesse industrial e comercial, tendo em vista que a comercialização de determinados produtos e/ou matéria-prima, são paralelamente relacionados com a economia e a posse da tecnologia e inovação de determinados países. Mediante resultados apresentados na Figura 4, observou-se que a seção A, foi a que manteve maior frequência de utilização, esta mesma, corresponde às Necessidades Humanas, seguido das seções: B, que abrange as Operações de Processamento e Transporte e C, que inclui a Química e a Metalurgia.

**Figura 4:** Distribuição da frequência de utilização da classificação internacional nas patentes, resultante da pesquisa com a palavra-chave *Hydroxyapatite*



Fonte: Aatoria própria (2014)

As classificações que mantiveram maior número de publicações relacionadas à Hidroxiapatita foram: A61, B01, B82, C01, C04 e C08, que incluem os aparelhos, dispositivos, materiais,

processos e outros (tabela 3). A demasiada versatilidade que a Hidroxiapatita apresenta, tem tornado cada vez mais diversos, as aplicações nas mais variadas áreas, o que contribui com o número expressivo de depósitos de competências tecnológicas e artigos publicados nas bases de dados pesquisadas.

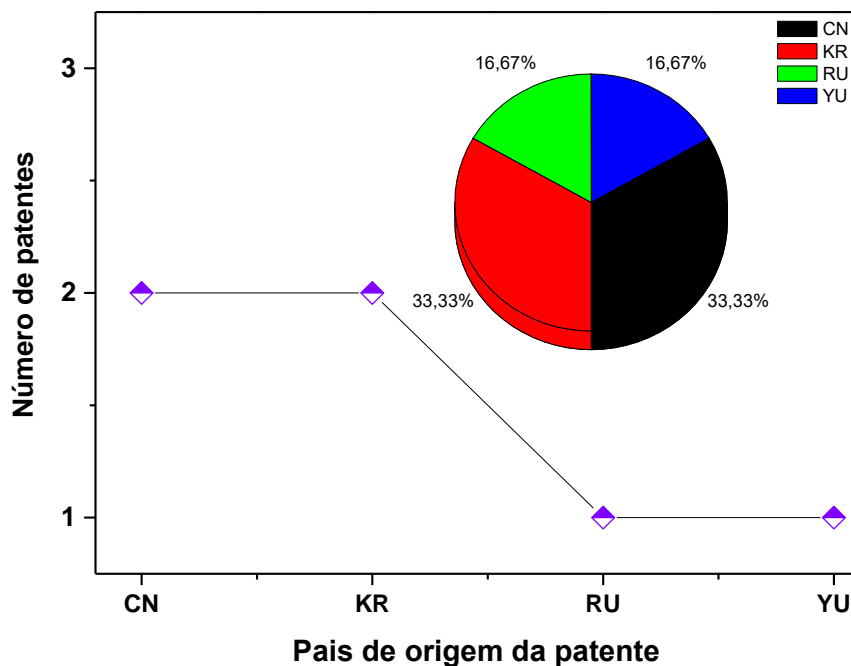
**Tabela 3:** Relação, frequência e descrição dos códigos das competências pesquisadas para a palavra-chave *Hydroxyapatite*

<i>Código Internacional</i>	<i>Frequência de Utilização do código</i>	<i>Descrição do código</i>
<b>A61</b>	1757	Prótese; Aparelhos ortopédicos ou de enfermagem; Dispositivos anticoncepcionais; Fomentação; Bandagens, curativos ou almofadas absorventes; Estojos de primeiros socorros.
<b>B82</b>	187	Nanotecnologia.
<b>C04</b>	152	Cimentos; Concreto; Pedra artificial; Cerâmica; Refratários.
<b>C08</b>	78	Compostos macromoleculares orgânicos; Sua preparação ou seu processamento químico; Composições baseadas nos mesmos.

Fonte: Autoria própria (2014)

Ao ser combinadas as palavras *Hydroxyapatite and Osteoinductive* na pesquisa, obteve-se apenas 6 (seis) patentes relacionadas aos termos pesquisados, do qual, 2 (duas) tendo país de origem depositante a China, correspondendo a 33,3%, 2 (duas) depositadas pela República da Coreia totalizando 33,3%, 1 (um) depósito realizado pela Rússia (16,7%) e 1 (um) pelo Uzbequistão (16,7%), como pode ser melhor visualizado na Figura 5.

Figura 5: Distribuição do número de patentes em função do país de origem da tecnologia, utilizando as palavras-chave *Hydroxyapatite and bone tissue*



**LEGENDA**

CN: China; KR: República da Coreia; RU: Rússia e YU: Uzbequistão.

Fonte: Autoria própria (2014)

As competências tecnológicas tendo como país de origem a China, foram classificadas na seção A, ao qual compreendem as Necessidades Humanas, depositadas por *Shandong University*, uma das, com o título de *Natural polymer-hydroxyapatite bone tissue engineering scaffold material with secondary three-dimensional network structure and seed-crystal induction preparation method thereof*, com número de aplicação CN2011143181 20110223, inventadas por Hong Liu e colaboradores. A segunda das duas competência tecnológica psquisadas, têm como título *Hydroxyapatite-based biological composite scaffold and tissue engineered bone*, com número de aplicação: CN20111260650 20110905. E os seguintes inventores: Zhihua Lu, Dongmei Zhao, Lu Zhihua, Zhao Dongmei.

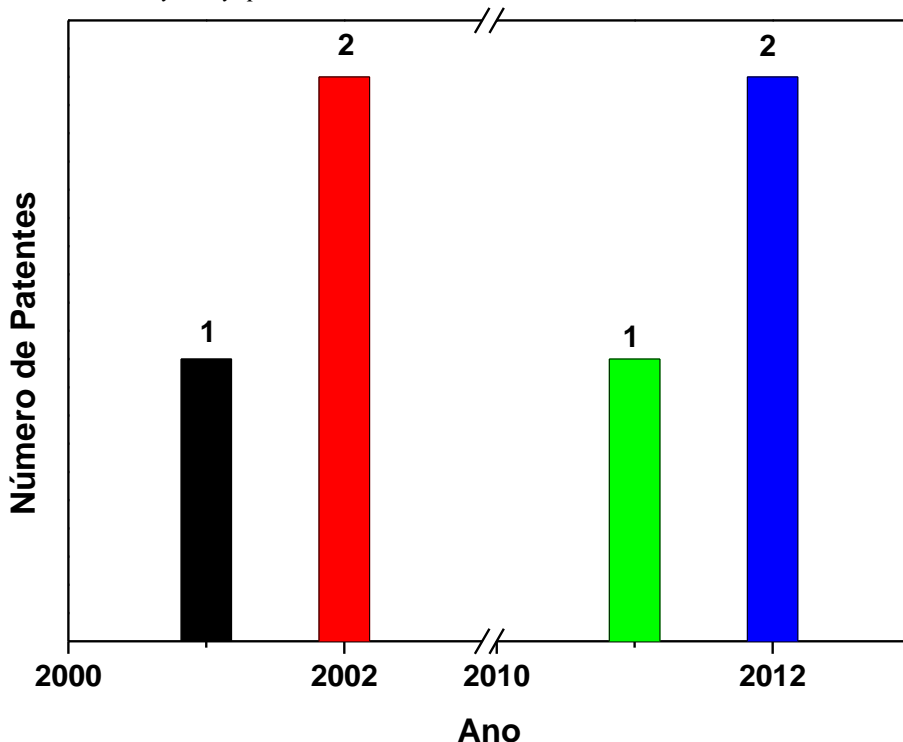
As duas competências tecnológicas que possuem como país de origem a República da Coreia, tiveram como depositantes a *Pukyong National University Industry-University Cooperation foundation*, de posse dos títulos: *Carbon nanotube-grafted-chitosan- hydroxyapatite composite for bone tissue engineering and a method of preparing the sam*, e *Porous Hydroxyapatite Scaffolds with Controlled Designer Pore Structure for Bone Tissue Engineering Applications and their Processing Route*, respectivamente. As duas foram classificadas na seção A, podendo ser ressaltado que, a primeira foi inventada por kim Se kwon e colaboradores, com número de aplicação

KR20100113591 20101115, e a segunda competência, inventada por Park Hong Chae e colaboradores, com número de aplicação KR20100008629 20100129.

As duas patentes complementares tiveram como países de origem a Rússia e Uzbequistão, a primeira tem como título *Method for forming bone tissue on the calcium phosphate (hydroxyapatite) base*, classificada na seção A, com número de aplicação RU20000121617 20000817 e inventores Litvinov S. D. e colaboradores. A segunda, intitulada de *New procedure for obtaining hydroxyapatite/poly-yl-lactide composite biomaterial for reparation of bone tissue*, classificada também, na seção A, com número de aplicação YU19980000491 19981103, inventada e depositada por Dragan Uskokovic e colaboradores.

A frequência de depósitos referente as 6 (seis) patentes descritas nos parágrafos anteriores para as palavras-chave: *Hydroxyapatite and Osteoinductive*, não apresentam regularidade, verificado-se que foram publicadas em dois intervalos de anos que tornaram-se próximos, embora não tenha sido encontrado mediante a pesquisa, nenhuma relação da presente periodicidade, confirmou-se que os máximos ocorreram em 2002 e 2012, como mostra a Figura 6.

Figura 6: Evolução anual do número de depósitos no intervalo de anos entre 2000 à 2013 na base de dados EPO, com a palavra chave *Hydroxyapatite and Osteoinductive*

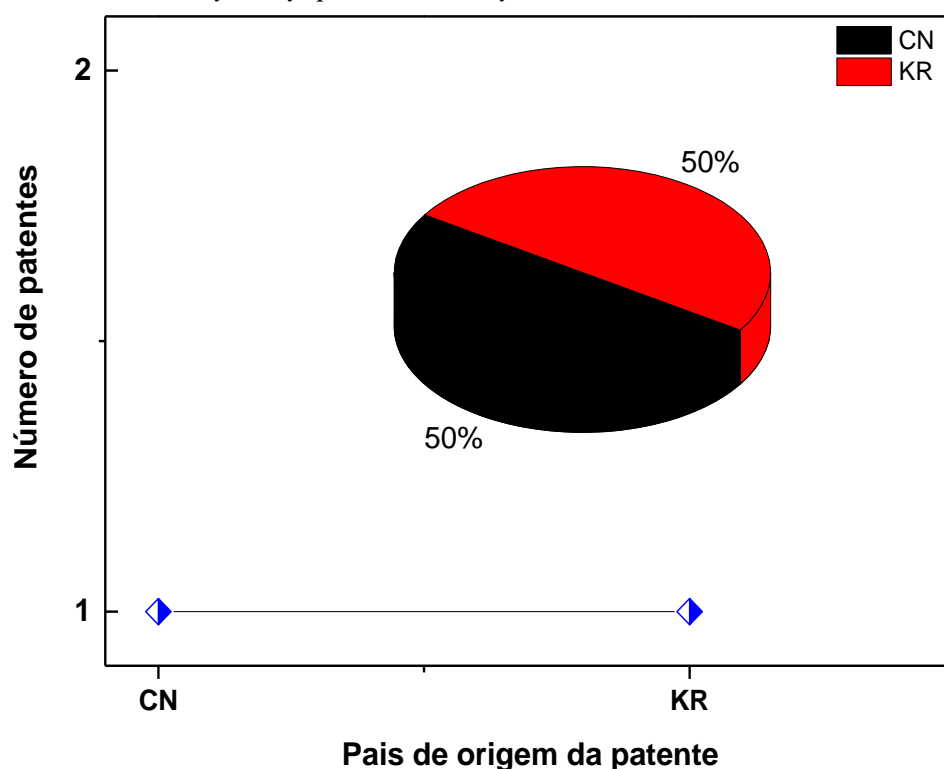


Fonte: Autoria própria (2014)

Para a pesquisa realizada combinando as palavras *Hydroxyapatite and Polyurethanes* obteve-se como resultado somente 2 (duas) tecnologias, como podem ser observadas na figura 7, onde uma tendo como país de origem a China, classificada nas seções A e C, com o título de *Method for*

*preparing multihole hydroxyapatite/polyurethane composite material by electrochemical deposition*, depositada por Shanghai Normal University, com número de aplicação CN20101569621 20101202 e inventores Yaping Guo e colaboradores. A tecnologia complementar tem como país de origem a República da Coreia, intitulada de *method for producing composite foam of hydroxyapatite and polyurethane*, depositada por Kumoh National Institute of Technology, com classificação, número de aplicação e inventores A, KR20060028475 20060329 e Min Byung Gil e colaboradores, respectivamente.

Figura 7: Distribuição do número de patentes versus país de origem da tecnologia, utilizando as palavras chaves *Hydroxyapatite and Polyurethanes*



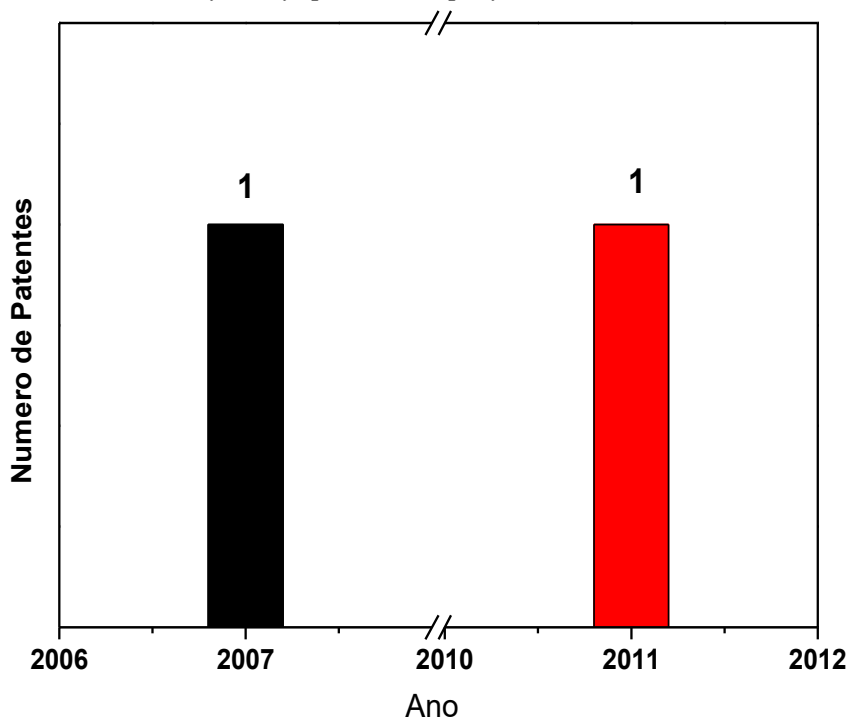
LEGENDA:  
CN: China; KR: República da Coreia

Fonte: Autoria própria (2014)

A evolução anual dos depósitos está disposto na Figura 8, integrando nesta etapa da pesquisa apenas 2 (dois) anos distintos de pedido de depósito, já que o número é bastante reduzido, correspondendo apenas à 2 (duas) competências tecnológicas, e que as classificações para estas tecnologias, não somente foram classificadas na seção A, como também, na seção C, que abrange a Química e a Metalurgia. Dentre as finalidades e aplicações oriundas deste tipo de compósito, as que envolvem características que incluam a passivação de superfícies metálicas, encapsulamento e

liberação de fármacos (*Drugs delivery*), têm despertado o interesse da indústria eletroeletrônica e Farmacêutica.

Figura 8: Evolução anual no intervalo entre 2000 à 2013, na base de dados EPO, utilizando as palavras-chave *Hydroxyapatite and polyurethanes*



Fonte: Autoria própria (2014)

De maneira geral, identificou-se que o perfil dos depositantes compreendeu cerca de 75% correspondendo a pesquisadores e professores de instituições públicas, dentre as quais estão as universidades e instituições sem fins lucrativos, e dos demais depositantes (25%), são essencialmente indústrias e centros de pesquisas privadas.

#### 4. Conclusão

A partir do estudo realizado pode-se afirmar da grande quantidade de competências tecnológicas envolvendo a palavra *Hydroxiapatite*, neste contexto, sendo a China, o país que lidera o *ranking* de depósitos de patentes, seguido da República da Coreia. Observa-se ainda que, desde a primeira patente relacionada ao tema Hidroxiapatita, depositada no ano de 1977, até o ano de 2014, a quantidade de patentes publicadas, não é linear crescente, mas que, mesmo apresentando flutuações nos valores apresentados, possui relevante interesse para os grupos de pesquisa e indústrias na atualidade.

Ao ser introduzidas às palavras *Osteoinductive* e *Polyurethanes* na pesquisa, aos pares juntamente com a palavra *Hydroxyapatite*, a quantidade de patentes registradas foram totalmente

reduzidas, podendo estes resultados, apontar para uma promissora área de pesquisa e investimento industrial, salientando ainda que, dentre as classificações pesquisadas a de Necessidades Humanas apresentou maior frequência nas publicações.

A pesquisa realizada na base de dados *Web of Science* revelou que o número de artigos científicos envolvendo os mesmos termos pesquisados nas bases de dados EPO, USPTO e INPI, forma muito maiores do que o número de patentes depositadas, portanto, concluindo-se que houve durante os anos pesquisados maior interesse em publicar em periódicos do que realizar o pedido de depósito de anterioridades.

## Referências

SHIRANE, H. Y.; ODA, D. Y.; PINHEIRO, T. C.; CUNHA, M. R. **Implantes de biomateriais em falha óssea produzida na fíbula de ratos**. Ver. Bras. Ortop. V.45, 478-82, 2010.

MACHADO, C. P. G.; PINTOR, A. V. B.; GRESS, M. A. K. A.; ROSSI, A. M.; GRANJEIRO, J. M.; MAIA, M. D. C. **Avaliação da hidroxiapatita contendo estrôncio como substituto ósseo em tíbias de ovelhas**. Innov. Implant. J. Biomater Esthet, v. 5, p. 9-14, 2010.

COUTINHO, F. M. B.; DELPECH, M. C. **Poliuretanos como materiais de revestimento e superfície**. Polímeros: Ciência e Tecnologia, 1999.

GALDINO, A. S. S.; ZAVAGLIA, C. A. C. **Caracterização físico-mecânica de compósitos porosos de hidroxiapatita-titânia confeccionados pelo método da esponja polimérica**. Cerâmica v. 58, p 388-392, 2012.

QUINTELA, C.M.; TEIXEIRA, L.S.G.; KORN M.G.A.; NETO, P.R.C.; TORRES, E.A.; CASTRO, M.; JESUS, C.A.C. **Cadeia do Biodiesel da Bancada à Indústria: uma visão geral com prospecção de tarefas e oportunidades para P&D&I**. Química Nova, Ed. Especial, abril 2009.

SIQUEIRA, S.H.S.; DUTRA, R.C.L.; DINIZ, M.F. **Determinação por Espectroscopia nas Regiões MIR/NIR do teor de NCO em adesivos Poliuretânicos**. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v. 18, p. 57-62, 2008.

CASTRO, H.F.; MENDES, A.A.; SANTOS, J.C. **Modificação de óleos e gorduras por biotransformação**. Quim. Nova. V. 27, p. 146-156, 2004.

Recebido: 23/07/2014

Aprovado: 18/01/2016