

VALDIVÂNIA ALBUQUERQUE DO NASCIMENTO
(ORGANIZADORA)

**MAPEAMENTO
BIBLIOGRÁFICO
DE MATERIAIS
TECNOLÓGICOS**

EDITORA INOVAR



MAPEAMENTO BIBLIOGRÁFICO DE MATERIAIS TECNOLÓGICOS

Valdivânia Albuquerque do Nascimento

MAPEAMENTO BIBLIOGRÁFICO DE MATERIAIS TECNOLÓGICOS



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 bibliográfico de materiais tecnológicos. Campo Grande: Editora Inovar, 2020. 84p.

ISBN: 978-65-80476-52-7.

DOI: <https://doi.org/10.36926/editorainovar-978-65-80476-52-7>

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

CDD – 620

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

Conselho Científico da Editora Inovar:

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

Editora Inovar

www.editorainovar.com.br

79002-401 - Campo Grande – MS

2020

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
Capítulo 1 ESTUDO SOBRE A REMOÇÃO DE METAIS PESADOS EM EFLUENTES	8
Valdivânia A. do Nascimento Moisés das Virgens Santana Walber Alves Freitas Hitalo de Jesus Bezerra da Silva Humberto Denys de Almeida Silva João Batista de Oliveira Libório Dourado Bruna Leal Melo de Oliveira	
Capítulo 2 LEVANTAMENTO CIENTÍFICO SOBRE MATERIAL CERÂMICO AVANÇADO E APLICAÇÕES	16
Valdivânia A. do Nascimento Maria Rita de Moraes Chaves Santos	
Capítulo 3 MONITORAMENTO TECNOLÓGICO E CIENTÍFICO DA UTILIZAÇÃO DE BIOPOLÍMEROS EM EMBALAGENS ALIMENTÍCIAS	22
Valdivânia A. do Nascimento Moisés das Virgens Santana Walber Alves Freitas Hitalo de Jesus Bezerra da Silva Humberto Denys de Almeida Silva João Batista de Oliveira Libório Dourado Bruna Leal Melo de Oliveira	
Capítulo 4 MAPEAMENTO DE ARTIGOS E PATENTES SOBRE NANOCOMPÓSITOS POLIMÉRICOS E CERÂMICOS APLICADOS EM TECNOLOGIA	30
Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
Capítulo 5 UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS POLIMÉRICOS NATURAIS E SUAS PROPRIEDADES	37
Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
Capítulo 6 DESCRIÇÃO TECNOLÓGICA E CIENTÍFICA DA PROPRIEDADE ANTIOXIDANTE DOS BIOPOLÍMEROS	43
Valdivânia Albuquerque do Nascimento	
Capítulo 7 ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO RECICLADOS EM OBRAS VISANDO AUMENTO DA QUALIDADE	48
Walber Alves Freitas Valdivânia A. do Nascimento João Batista de Oliveira Libório Dourado Bruna Leal Melo de Oliveira	
Capítulo 8 ESTUDO PROSPECTIVO DE MATERIAIS NATURAIS APLICADOS COMO FOTOPROTETORES	54
Anny Karoline de Carvalho Martins Valdivânia Albuquerque do Nascimento	

Capítulo 9

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE LIGAS METÁLICAS DE COBALTO-CROMO COM BASE NO ESTUDO DAS PATENTES DEPOSITADAS

63

Daniella Sthepheny Carvalho Andrade

Paulo Roberto Queiroz de Almeida

Valdivânia Albuquerque do Nascimento

Capítulo 10

MAPEAMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO SOBRE A UTILIZAÇÃO DO COMPÓSITO DE HIDROXIAPATITA E NANOTUBOS DE CARBONO

73

Millena de Cassia Sousa e Silva

Yvo Borges da Silva

Valdivânia Albuquerque do Nascimento

SOBRE A AUTORA

82

APRESENTAÇÃO

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

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

Valdivânia Albuquerque do Nascimento
(Organizadora)

ESTUDO SOBRE A REMOÇÃO DE METAIS PESADOS EM EFLUENTES

Valdivânia A. do Nascimento¹, Moisés das Virgens Santana², Walber Alves Freitas³, Hitalo de Jesus Bezerra da Silva⁴, Humberto Denys de Almeida Silva⁵, João Batista de Oliveira Libório Dourado⁶, Bruna Leal Melo de Oliveira⁷

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo realizar uma busca na literatura de estudos relacionados às remoções de metais pesados em efluentes. Foi realizada uma busca de artigos indexados nas bases Scopus, Web of Science e Scielo. O estudo foi realizado em maio de 2019, utilizando os seguintes termos: resíduo, metais, efluentes. Várias são as pesquisas sobre remoção de metais pesados em efluentes. Na sua grande maioria, os pesquisadores avaliam propriedades de remoção dos metais e quase sempre o resultado é o mesmo. A precipitação de metais utilizando tensoativos aniônicos obtidos a partir de ácidos carboxílicos surgiu como uma alternativa para a remoção de metais de efluentes industriais. A reação entre íons bivalentes dos metais e esses tipos de tensoativos em solução aquosa leva a formação de carboxilatos de metais, que podem precipitar na forma de flocos e serem removidos, posteriormente, por um processo de decantação dos flocos formados ou por uma filtração simples. Neste trabalho, a extração de metais é realizada por meio da utilização do tensoativo hexadecanoato de sódio como agente extrator.

Palavras-Chave: Metais, Pesados, Remoção.

1 INTRODUÇÃO

A presença de metais pesados, como o cádmio (Cd) e cobre (Cu), em efluentes industriais acaba sendo um grande problema ambiental, pois, muitas vezes, direta ou indiretamente, os ecossistemas aquáticos são os destinos finais destas substâncias e, se esses efluentes não forem tratados, podem causar sérios problemas aos seres vivos, incluindo o homem.

A atividade de substâncias tóxicas nos organismos depende basicamente de sua concentração, independente do mecanismo de intoxicação. Embora a presença de alguns metais seja essencial para o funcionamento normal de algumas rotas metabólicas, a maioria dos metais pesados, quando ingeridos em

¹ Universidade Federal do Piauí, Centro de Tecnologia, Teresina, PI, Brasil, CEP – 64049550. *e-mail: val.albuquerque@hotmail.com

² Universidade Federal do Piauí, Centro de Tecnologia, Teresina, PI, Brasil, CEP – 64049550. *e-mail: val.albuquerque@hotmail.com

³ Universidade Federal do Piauí, Centro de Tecnologia, Teresina, PI, Brasil, CEP – 64049550. *e-mail: val.albuquerque@hotmail.com

⁴ Universidade Federal do Piauí, Centro de Tecnologia, Teresina, PI, Brasil, CEP – 64049550. *e-mail: val.albuquerque@hotmail.com

⁵ Faculdade do Vale do Itapecuru, Caxias, Maranhão, Brasil.

⁶ Universidade Federal do Piauí, Centro de Tecnologia, Teresina, PI, Brasil, CEP – 64049550. *e-mail: val.albuquerque@hotmail.com

⁷ Universidade Federal do Piauí, Centro de Tecnologia, Teresina, PI, Brasil, CEP – 64049550. *e-mail: val.albuquerque@hotmail.com

concentrações demasiadas, são venenos acumulativos para os seres vivos (AGUIAR et al., 2002).

Diante do problema exposto, evidencia-se a necessidade da utilização de métodos de tratamento que venham diminuir ou eliminar a presença de metais pesados como poluentes de efluentes e cursos de água. Métodos como troca iônica, filtração por membranas e precipitação química vem sendo estudados.

A precipitação química é o método mais comum de remoção de metais pesados, onde compostos químicos reagem com os íons de metais formando compostos insolúveis em água, que posteriormente serão separados por filtração ou sedimentação. A técnica mais usada para precipitação de metais é a utilização de hidróxidos, por ser relativamente simples, de baixo custo e possuir um bom controle de pH, porém, em alguns casos, na presença de uma mistura de metais, o pH ideal para um metal, pode não ser para outro, fazendo com que ocorra a redissolução.

A precipitação de metais utilizando sais de ácidos carboxílicos surgiu como uma alternativa à utilização de hidróxidos. Primeiramente, pelo fato da solubilidade dos compostos metálicos formados com carboxilatos ser inferior a do hidróxido de metal correspondente, e por permanecerem insolúveis em uma vasta faixa de pH, precipitando, assim, simultaneamente diferentes metais (MAUCHAUFFÉE e MEUX, 2007).

Os sais de ácido carboxílicos são classificados como tensoativos aniônicos. A interação entre os íons bivalentes e es tipo de tensoativo (aniônico), em solução aquosa, leva a formação de carboxilatos de metal, que podem precipitar na forma de flocos. Tal interação depende do comprimento da cadeia alquila do tensoativo e de sua concentração. Os metais de carboxilatos são geralmente insolúveis em água, mas podem ser solúveis em vários solventes orgânicos. Eles normalmente apresentam comportamento do tipo Krafft, com a solubilidade aumentando drasticamente acima de uma determinada temperatura (AKANNI et al., 1992).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A revisão bibliográfica foi baseada na pesquisa de artigos publicados. Os bancos de dados utilizados para busca de anterioridade de artigos foram: realizadas buscas nas bases de periódicos *Web of Science*, SCIELO e SCOPUS. O levantamento de todos os dados foi realizado em maiode 2019.

Inicialmente, as pesquisas foram realizadas para rastrear artigos com aplicação de resíduos de construção e demolição, através do uso das palavras-chave “*resíduos e metais*”, no título e no *abstract*.

Procurou-se também a aplicação para aumento de qualidade, na tentativa de maior abrangência de número de documentos de artigos, utilizando os termos “*resíduos e metais e efluentes*”. As buscas com essas palavras- chave foram realizadas envolvendo as bases de dados científicos (artigos), os quais foram descritos à priori.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Metais

Em Química, um metal é um elemento, substância ou liga metálica caracterizado por sua boa condutividade elétrica e de calor, apresentando um alto ponto de ebulição e fusão e uma elevada dureza.

Geralmente, faz-se referência aos elementos químicos de uma forma coletiva, mediante a sua posição na tabela periódica (grupo). No que diz respeito aos metais, estes são usualmente divididos nos seguintes tipos: alcalinos, alcalino-terrosos (onde se encontra o magnésio), de transição (onde temos o cádmio, cobre e ferro) e lantanídeos. Esta divisão é efetuada, essencialmente, considerando a configuração eletrônica de cada um deles e, principalmente, o tipo de subcamadas que estão preenchidas, conferindo características inerentes a cada grupo (COSTA, 2011).

3.2 Metais pesados

Os metais eletronegativos e com densidade superior a 5 g/cm^3 são chamados de metais pesados. Uma exceção é o Arsênio, que apesar de leve e não metal possui efeitos ambientais semelhantes ao grupo dos metais pesados. Todos eles têm propriedades tóxicas, seja em estado de elemento, seja em estado combinado. Embora eles possam ser encontrados em frações naturais no ar, no solo e nas plantas, a sua ocorrência é muito rara e a poluição pelas atividades humanas, especialmente as industriais, está elevando o nível de metais pesados presentes na natureza (AGARWAL, 2009).

Segundo Barros Jr. (2001), bioquimicamente, o grande problema da presença de metais pesados no organismo humano é devido a sua elevada afinidade com o enxofre. Este elemento pertence às enzimas que controlam a velocidade das reações metabólicas críticas no corpo humano. Portanto, os metais pesados atacam estas enzimas, afetando a sua atividade e, conseqüentemente, afetando adversamente a saúde humana.

3.3 Cobre

O cobre, representado por Cu e número atômico 29, é um dos metais nobres, de coloração vermelha, com uma elevada resistência mecânica. Possui alta condutividade elétrica e alto ponto de fusão. Grande parte do cobre encontrado na natureza esta na sua forma iônica, Cu^{2+} .

O cobre é um dos vinte e sete elementos conhecidos como sendo essencial para os seres humanos, a sua necessidade é de 2,5 – 5,0 mg. Porém, em doses relativamente elevadas, ele acumula-se no fígado, podendo ser letal. Os sintomas de intoxicação por cobre são náuseas, vômitos, cólicas, distúrbios gástricos, apatia, anemia, convulsões, coma e morte (KIRK-OTHMER, 2004).

3.4 Cádmio

O cádmio possui número atômico 48 e é representado pelo símbolo Cd. A temperatura ambiente, encontra-se no estado sólido, é um metal branco azulado, pouco abundante. É um dos metais mais tóxicos, podendo ser encontrado em minas de zinco e é empregado na fabricação de pilhas.

Este metal é utilizado numa grande variedade de atividades industriais, tais como na produção de baterias, fertilizantes fosfatados, indústria de mineração e indústria de pigmentos, e encontra seu caminho para o ambiente aquático através de descargas de águas residuais (GUPTA et al., 2003). No ser humano, ele apresenta efeito agudo, podendo levar à morte e efeito crônico, pois concentra-se nos rins, no fígado, no pâncreas e na tireóide.

Tensoativos

Tensoativos são moléculas que possuem uma parte com comportamento apolar (cauda) ligada a outra parte com comportamento polar (cabeça). A parte apolar geralmente é formada por uma cadeia carbônica e a extremidade polar é formada por átomos que apresentam concentração de elétrons desemparelhados. Portanto, a parte polar do tensoativo é responsável pela sua solubilidade em água.

Os Tensoativos aniônicos, quando dissolvidos em água, apresentam carga negativa na extremidade polar. São muito solúveis em água por apresentarem átomos de oxigênio que atraem os elétrons dos carbonos e hidrogênios vizinhos, aumentando, assim, ainda mais a polaridade negativa nessa região, conseqüentemente aumentando a capacidade de atração por moléculas de água. As características físico-químicas desse tipo de tensoativo são fortemente influenciadas pela presença de sais solubilizados. O octanoato e hexadecanoato de sódio são exemplos de tensoativos aniônicos (ROSEN e KUNJAPPU, 2012).

Os tensoativos catiônicos geralmente apresentam a extremidade polar formada por nitrogênio quaternizado, o que confere a carga positiva da região. No entanto, os tensoativos catiônicos são menos solúveis em água do que os tensoativos aniônicos, devido ao fato do nitrogênio ser mais eletronegativo que o carbono e atrair os elétrons envolvidos na ligação carbono-nitrogênio, neutralizando parcialmente a carga positiva do tensoativo. Essa classe de tensoativos apresenta uma alta toxicidade aquática quando comparada com outras classes de tensoativos (RUBINGH, 1990).

Tensoativos anfóteros possuem na mesma molécula grupos hidrófilos positivos e negativos. Dependendo do pH, estes tensoativos assumem características catiônicas ou aniônicas. A sua estrutura geralmente é constituída por um ânion carboxilado ligado a uma amina ou a um cátion quartenário de amônio. A cocoamidopropilbetaína é um dos tensoativos anfóteros mais comuns (MYERS, 2005).

3.5 Os tensoativos aniônicos e a interação com os íons metálicos

Os tensoativos aniônicos são usados em maior escala do que qualquer outra classe de tensoativos (HOLMBERG et al., 2004). Uma das razões para tal, está no baixo custo e maior facilidade da sua obtenção. Os grupos polares aniônicos mais usados são os carboxilatos, fosfatos, sulfonatos e sulfatos.

Os tensoativos aniônicos em soluções aquosas apresentam uma carga superficial, que é balanceada pelos contra-íons devido à condição de eletroneutralidade. A presença de íons metálicos bivalentes em solução poderá originar uma forte ligação destes metais aos ânions do tensoativo.

Burrows et al. (2010) referiu a acidez do tensoativo como fator determinante para a maior ou menor interação destes com os metais, sendo mais forte para os carboxilatos, que são fracamente ácidos, do que para os sulfatos ou sulfonatos. Embora estas interações se devam, em grande parte, a efeitos eletrostáticos, esta é, também, em alguns casos, acompanhada de um aumento de entropia resultante da perda da água de hidratação do cátion.

A interação de espécies metálicas com tensoativos ocorre através de interações eletrostáticas, com a cabeça polar do tensoativo, ou por interações hidrofóbicas dos quelatos do metal com a cadeia hidrofóbica das micelas (STALIKAS, 2002), podendo esta ser uma estratégia para, por exemplo, promover a remoção dos íons metálicos de um efluente.

Várias técnicas têm sido utilizadas para o tratamento de metais pesados, incluindo precipitação, adsorção, troca iônica e osmose reversa. A precipitação é a mais aplicável entre estas técnicas e considerada a mais econômica, apesar de produzir uma certa quantidade de resíduo precipitado que requer um tratamento posterior. Osmose reversa e troca iônica podem reduzir efetivamente os íons metálicos, mas a sua utilização é limitada devido a um certo número de inconvenientes, tais como elevado custo de material e de operação, além de uma faixa de pH limitada para a resina de troca iônica (MONSER e ADHOUM, 2002).

Fu e Wang (2011) revisaram em seu trabalho as técnicas atuais de remoção de íons de metais pesados de águas residuais, analisando suas vantagens e limitações na aplicação. Uma grande variedade de tecnologias para tratamentos vem sendo desenvolvidas, tais como precipitação química, troca iônica, adsorção, filtração por membranas e coagulação e floculação.

A partir da revisão de 185 artigos, ficou evidente que a troca iônica, adsorção e filtração por membranas são os métodos mais frequentemente estudados para o tratamento de metais pesados em águas residuais. A adsorção por adsorventes de baixo custo e biossorventes foi reconhecida como um método eficaz e econômico para remoção de metais.

3.6 Extração de metais utilizando óleos vegetais e tensoativos derivados de óleos vegetais

Husein (1996) estudou a remoção de chumbo por precipitação utilizando propanoato de sódio e oleato

de sódio. A remoção utilizando o oleato de sódio formou uma suspensão ao invés de precipitado, que foi filtrada em papel de filtro (0,45µm), resultando em um percentual de 97,5% de chumbo extraído. O propanoato de sódio não formou precipitado com o chumbo, devido ao fato do propanoato de chumbo ser solúvel em água, portanto ele não foi capaz de remover o metal.

Husein et al. (1998) removeu chumbo de soluções aquosas por precipitação utilizando o decanoato de sódio. Os efeitos do pH e da adição de cálcio, cloreto e nitrato foram analisados. A diminuição do pH da alimentação diminui a remoção do chumbo, entretanto a presença de cálcio, cloreto e nitrato não afetou o percentual do metal removido. Para uma concentração de 1450 ppm de chumbo e uma proporção molar de decanoato:chumbo de 2, o percentual de chumbo removido foi de $99,5 \pm 0,2\%$.

Dantas et. al (2002) utilizou microemulsão na extração de gálio. Os sistemas de microemulsão estudados foram: sistema I e II, com óleo de coco saponificado e 4-etil,1- metil,7-octil,8-hidroxiquinolina (Kelex-100) como extratantes. Os ensaios de extração por microemulsão foram realizados através de um planejamento experimental, cujos pontos de microemulsão foram preparados dentro de um domínio experimental favorável a extração. As porcentagens de extração de gálio e alumínio, em cada ponto, foram avaliadas por meio de um tratamento estatístico dos dados, com a utilização da análise de variância e de modelos matemáticos. No sistema I, os percentuais de extração foram de 85,5% e 35,4% para o gálio e alumínio, respectivamente. No sistema II, os rendimentos foram de 100% para o gálio e 99,9% para o alumínio. O estudo da reextração com ácido sulfúrico apresentou o mesmo comportamento para ambos os sistemas, com eficiência, dependendo da concentração do ácido e permitindo uma reextração seletiva de gálio e alumínio.

Siska (2005) extraiu metais pesados e amônia de águas utilizando o ácido oléico e seus respectivos sais de cálcio e sódio. O processo de extração foi realizado de duas maneiras: um processo básico e um processo avançado. No processo básico a água de alimentação sofreu um pré-tratamento com hidróxido de sódio ou de cálcio e posteriormente realizou-se a extração com o ácido oléico. Já no processo avançado, a extração deu-se através de sabões derivados desse ácido graxo. A partir desses processos foram alcançadas alta capacidade de ligação e alta eficiência de remoção dos metais, além de uma cinética rápida e seletiva na extração.

Mauchauffée et al. (2008) investigaram a precipitação seletiva de cádmio em misturas sintéticas de Ni-Cd utilizando o decanoato de sódio como agente precipitante. A otimização seletiva de cátions foi desenvolvida seguindo a metodologia de planejamento fatorial de dois níveis. Cinco fatores foram escolhidos, entre eles a concentração de Cd^{2+} e o pH de precipitação. O pH foi encontrado como sendo o parâmetro mais importante que afeta a seletividade. O pH encontrado como sendo o melhor para que ocorra uma precipitação seletiva foi de 5,5. O segundo fator que tem uma influência importante sobre a separação foi a concentração de cádmio. O

cádmio foi recuperado com um rendimento de 99% enquanto que menos de 5% de níquel é co-precipitado. O decanoato de cádmio obtido após separação líquido-sólido conteve 23,6% em peso de cádmio e apenas 0,8% em peso de níquel.

CONCLUSÃO

A partir da prospecção tecnológica realizada neste trabalho, percebeu-se que houve um crescimento acentuando do número de artigos produzidos nos últimos anos no que se refere a tecnologias de remoção de metais pesados em efluentes. Esses resultados dizem muito sobre o desenvolvimento e os investimentos em inovação destinados a essa área. Embora seja uma tecnologia em ascensão, muito tem sido feito, em âmbito global, a respeito do tema, sobretudo partindo de potências econômicas, como China e Estados Unidos, que são os maiores depositantes. O Brasil tem poucos trabalhos relacionados, evidenciando a necessidade de investimentos em tecnologia e inovação.

Por conseguinte, é importante salientar a importância do mapeamento de tecnologias e processos envolvidos na produção de materiais para remoção de metais pesados como forma de traçar novas estratégias de expansão e consolidação dessa tecnologia por meio de investimento de empresas nesse setor, seja em etapas específicas do processo ou em unidades completas.

REFERÊNCIAS

- ADAMS S. D.; FUSCO, W. e KANZELMEYER, T. Ozone, hydrogen peroxide/ozone and UV/ozone treatment of chromium- and copper-complex dyes: decolorization and meta release. *Ozone Sci. Engng*, v. 17, p. 149-162, 1995.
- AGUIAR, A. L. C.; SCHONBERGER, H. *Revista Têxtil*, São Paulo: R. da Silva Haydu e Cia Ltda, v. 3, p 100-114, 1995.
- AL-DEGS, Y.; KHRAISHEH, M. A. M.; ALLEN, S. J.; AHMAD, M. N. Effect of carbon surface chemistry on the removal of reactive dyes from textile effluent, *Wat. Res.*, v 34, n.3, p. 927-935, 2000.
- ANILIKER, R., CLARKER, E. A e MOSER, P. Use of the partition coefficient as na indicator of bio-accumulation tendency of dyestuffs in fish. *Chemosphere*, v 10, p. 263- 274, 1981.
- APHA – AWWA – WEF . Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th edition. American Public Health association, American Water Works Association and Water Enviroment Federation, Washigton, 1995.
- BANAT, I.M., NIGAM, P., SINGH, D., MARCHANT, R. Microbial decolorization of textile-dye-containing effluents: a review. *Bioresource Technology* 58, p. 217-227, 1996.
- CAIRNCROSS, F. Meio ambiente: custos e benefícios. Nobel, São Paulo, p. 269, 1992. CENTRO

PANAMERICANO DE INGENIERÍA Y CIENCIAS DEL
AMBIENTE- CEPIS. Informe técnico sobre minimización de residuos em la industria textil. Lima: 15
Ops/Cepis/Pub/96.14., p. 52, 1995.

CHOY, K. K.; McKAY, G.; PORTER, J. F. Sorptionof acid dyes from effluents using activated carbon. Resources. Conservation and Recycling, v. 27, p. 57-71, 1999.

CIOLA, R. Fundamentos da catálise. Editora moderna, São Paulo, 1981.

CORREIA, V. M.; STEPHENSON, T.; JUDD, S., Characterisation of textile wastwaters – a review. Environmental Technology, vol. 15, p. 917-929, 1994.

CLARKER, E. A. e ANILIKER, R. Organic dyes and pigments. In the Handbook of Environmental Chemistry, 3, Part A Anthropogenic Compounds, ed. O huntzinger. Springer, Heidelberg, p. 181-215, 1980.

DALTIN, D. Estudo dos parâmetros físico-químicos da estamperia têxtil com corantes reativos visando a substituição dos espessantes nas formulações de tintas. Dissertação de mestrado , Instituto de Química,

Capítulo 2

LEVANTAMENTO CIENTÍFICO SOBRE MATERIAL CERÂMICO AVANÇADO E APLICAÇÕES

16

Valdivânia A. do Nascimento^{1*}, Maria Rita de Moraes Chaves Santos ²^{1,2}Universidade Federal do Piauí, Centro de Tecnologia, Teresina, PI, Brasil, CEP – 64049550.**RESUMO**

Os materiais que pertencem a família dos molibdatos com estrutura cristalina tipo scheelita têm sido objeto de pesquisas ao longo do tempo. O amplo interesse nestes compostos, dentre eles, o molibdato de cálcio (CaMoO_4), reside em suas excelentes propriedades, que formam a base de sua utilização como substâncias fosforescentes, materiais para lasers, detectores de cintilação entre outros. A adsorção é a adesão de moléculas de um fluido (o adsorvido) a uma superfície sólida (o adsorvente), o grau de adsorção depende da temperatura, da pressão e da área da superfície. Neste contexto, este primeiro capítulo propõe realizar uma busca na literatura de estudos relacionados ao molibdato de cálcio e sua aplicação na remoção de fármaco em meio aquoso. Foi realizada uma busca de artigos indexados nas bases Scopus, Web of Science e Scielo. Com as pesquisas realizadas foi possível identificar características, métodos de sínteses e diversas aplicações do molibdato de cálcio, mostrando ainda a inovação na aplicação de remoção de fármaco em meio aquoso.

Palavras-Chave: Molibdato de cálcio, Scopus, Web of Science, Scielo.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, pesquisadores vêm buscando obter o controle das estruturas morfológicas dos materiais cerâmicos para melhor utilizar suas propriedades. Estudos recentes têm mostrado a utilização de surfactantes em suas rotas sintéticas, são aditivos orgânicos que atuam como modificadores estruturais e superficiais, influenciando na nucleação e crescimento das partículas, tornando-se assim, um procedimento importante, porque a forma e a textura destes materiais podem determinar ou modificar algumas de suas propriedades químicas (Shahri, *et al.* 2013; Yin, *et al.* 2013; Xie, *et al.* 2017).

Dentre os materiais cerâmicos, os molibdatos têm atraído em muito a comunidade científica, de modo que suas propriedades vêm sendo bastante exploradas (Longo, *et al.* 2011; Gurgel, *et al.* 2017). Estes materiais em temperatura ambiente apresentam estrutura tetragonal do tipo scheelita, com fórmula geral AMoO_4 (A= Ca, Sr, Ba e Pb), e grupo espacial $I41/a$. Os molibdatos do tipo scheelita, apresentam ótimas propriedades fotoluminescentes, sendo esta uma das propriedades mais exploradas (Bomio, *et al.* 2013; Araújo, *et al.* 2014; Zhang, *et al.* 2006).

Os molibdatos, o de cálcio (CaMoO_4) apresenta uma alta concentração de trabalhos publicados explorando sua propriedade luminescente. Apresentando também, várias rotas de síntese para obtê-lo, além de mostrar que suas propriedades químicas e físicas podem ser aperfeiçoadas dependendo da morfologia que

ele apresenta (Shahri, *et al.* 2013; Ghaed-Amini, *et al.* 2015; Li, *et al.* 2015).

Nos processos de síntese, pode-se encontrar a reação do estado sólido; método eletroquímico; síntese de combustão; polimerização de complexos; síntese solvotérmica, precipitação e hidrotérmica assistido por microondas, sendo a síntese hidrotérmica convencional e assistida por microondas o método que têm apresentado melhores resultados, em relação a morfologia bem definida, isso porque é possível obter o CaMoO_4 em baixas temperaturas, menores tempos e principalmente pós com cristalinidade elevada (Cavalcante, *et al.* 2009; Bhattacharya; Basak, 2016).

Diante do exposto será apresentado neste capítulo uma revisão bibliográfica sobre o molibdato de cálcio (CaMoO_4), métodos de sínteses além de um breve resumo do processo de adsorção e o fármaco doxazosina, por ser o fármaco escolhido para o estudo de remoção em meio aquoso.

A busca na literatura de estudos relacionados ao molibdato de cálcio e sua aplicação na remoção de fármaco em meio aquoso, foi realizada nas bases Scopus, Web of Science e Scielo.

2. MÉTODOS DE SÍNTESES

O aperfeiçoamento nos métodos de síntese para obtenção de pós cerâmicos tem por objetivo a produção de pós com características específicas, minimizando a quantidade e o tamanho dos defeitos no material final além de condicionar e melhorar determinadas propriedades. As características ideais de um pó cerâmico incluem tamanho nanométrico das partículas, distribuição uniforme de tamanho de partícula, morfologia bem definida das partículas, reduzido grau de aglomeração, elevado grau de pureza, homogeneidade química e de fases controladas, baixa volatilidade e química superficial controlada (Lovisa apud Riman, 1994).

Diferentes métodos de obtenção, ao longo de anos foram aplicados para o desenvolvimento de materiais com estrutura scheelita. Dentre muitos métodos/técnicas de sínteses pode-se destacar os seguintes: o método de síntese hidrotermal convencional e assistido por microondas, o método Czochralski (CZ), (Basiev, *et al.* 2000; Cheng, *et al.* 2019), método de polimerização de complexos (MPC), método dos precursores poliméricos, método de precipitação (CP), método reação do estado sólido (mistura de óxidos) (Campos, 2007) e a técnica de spray pirólise ultrassônico.

2.1 MÉTODO DE SÍNTESE HIDROTHERMAL CONVENCIONAL E ASSISTIDO POR MICROONDAS

A síntese hidrotermal pode ser definida como um método de formação e crescimento de cristais por intermédio de reações químicas e alterações de solubilidade das substâncias em uma solução aquosa aquecida

acima da temperatura e pressão ambiente em um sistema fechado (Shi, *et al.* 2013).

Em particular os molibdatos são geralmente sintetizados pelo método convencional de reações do estado sólido (mistura de óxidos).

2.1.1 MÉTODO CZOCHRALSKI (CZ)

É caracterizado pelo crescimento de monocristais, semicondutores ou metálicos, em formatos de lingotes, a partir de um campo elétrico aplicado ao cristal durante o processo de crescimento (Octaviano, 1991). Apresenta como desvantagens o uso de substâncias com pontos de fusão muito próximos, problemas com contaminação, formação de monocristais não homogêneos e uma grande densidade de defeitos, alto custo envolvido, elevadas temperaturas e longos períodos de tratamento térmico (Weber, 1969).

2.1.2 MÉTODO DE POLIMERIZAÇÃO DE COMPLEXOS (MPC)

Consiste na síntese de um poliéster partindo de uma reação de condensação de polihidroxi-álcool, comumente usados o etilenoglicol (EG) com um ácido carboxílico, a exemplo o ácido cítrico (AC). É possível formar uma solução contendo AC e o EG e uma quantidade estequiométrica do metal ou metais desejados (Motta, 2008).

Apresenta um conjunto de vantagens, dentre as quais ressalta o controle direto e preciso na estequiometria dos reagentes e a baixa temperatura de síntese (Casqueira, *et al.* 2008).

2.1.3 MÉTODO DOS PRECURSORES POLIMÉRICOS OU MÉTODO PECHINI

Este método consiste primeiramente na formação de um complexo entre um ácido hidroxipolicarboxílico, usualmente o ácido cítrico, e cátions dissolvidos como sais em uma solução aquosa. O complexo formado é misturado a um poliálcool que atua como agente polimerizante, mediante aquecimento entre 80 e 110°C. Um novo aquecimento (150-250°C) provoca a reação de condensação com formação de moléculas de água. Mantendo com aquecimento, ocorre a poliesterificação e o excesso de água é retirado produzindo uma resina polimérica (Pechini, 1967).

2.1.4 MÉTODO DE PRECIPITAÇÃO (CP)

Este método é utilizado para a preparação de óxidos simples ou mistos. O método envolve a preparação de soluções de íons que interagem, com subsequente precipitação estequiométrica do sistema sob a forma de oxalatos, hidróxidos, óxidos dentre outros. Possui duas variantes: (1) sem controle de pH e (2) pH constante. Por intermédio da segunda variante é possível obter materiais com maior cristalinidade e área superficial, além de partículas menores (Sousa, 2014 apud Crepaldi, *et al.* 2000).

2.1.5 MÉTODO REAÇÃO DO ESTADO SÓLIDO

Consiste na mistura dos óxidos dos reagentes de interesse, seguido de processo de maceração e tratamento a elevadas temperaturas a fim de obter a formação do material com organização cristalina (Nassar, *et al.* 1998).

Apesar de apresentarem suas vantagens específicas de cada um dos métodos acima o grande inconveniente é que de um modo geral apresentam altas temperaturas de tratamentos, tempo longo de processamento, os precursores são caros e algumas vezes de difícil aquisição, difíceis condições de reação e por fim dispende alto consumo de energia (Rodrigues, *et al.* 2019).

2.1.6 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E PROPRIEDADES DO CaMoO_4

O cristal de molibdato de cálcio (CaMoO_4) foi reportado pela primeira vez por Sleight (Sleight, 1972) como sendo pertencente ao grupo das scheelitas, cujas características são grupo espacial $I41/a$ (n° 88), simetria tetragonal C_{4h} (4/m). Possuem formula molecular ABO_4 (A=cálcio (Ca), estrôncio (Sr), bário (Ba) e chumbo (Pb); B=molibdênio (Mo)) em que os cátions A, têm número de coordenação 8 em uma distribuição octaédrica, e os cátions B, coordenação 4 em uma distribuição tetraédrica em relação aos oxigênios (Spassky, *et al.* 2019) A estrutura scheelita pode ser visualizada em que os átomos modificadores da rede (cálcio) estão coordenados a oito átomos de oxigênio formando um cluster com configuração dodecaedro $[\text{CaO}_8]$, com cátions formadores da rede (molibdênio) coordenados a quatro átomos de oxigênio formando um cluster de $[\text{MoO}_4]$ com configuração tetraédrica (Marques, *et al.* 2010).

As propriedades luminescentes e estruturais são as principais propriedades exploradas dos CaMoO_4 devido as emissões no azul, verde e laranja que tem atraído a atenção de pesquisadores e da indústria, sobretudo, a indústria eletro-óptica com aplicações potenciais em lasers, fibras ópticas e dispositivos fotoluminescentes, deste e outros materiais constituídos por íons de metais de transição (W, Mo, Ti) e que apresentam sensibilidade na absorção óptica (Marques, *et al.* 2011). Estudos também revelaram que essas propriedades luminescentes estão atribuídas a distorções e transferências de cargas nos clusters $[\text{MoO}_4]^{2-}$ (Sczancoski, *et al.* 2010). Distorções que são naturais destes tetraedros $[\text{MoO}_4]^{2-}$ que assim apresentam fotoluminescência na temperatura ambiente no seu estado cristalino.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento bibliográfico sobre molibdato de cálcio (CaMoO_4) possibilitou compreender o estado da técnica, enfatizando assim, a necessidade de investigar mais amplamente as propriedades e aplicações destes em sistemas reais. Observou-se que não há trabalhos que evidenciem a atividade adsorptiva de molibdatos de cálcio. Quanto a morfologia de molibdatos, são recentes as publicações que possuem o intuito de obter estruturas com controle morfológico, desta forma, apresenta a necessidade de propor novas aplicações para o uso do molibdato de cálcio.

REFERÊNCIAS

- Ahmaruzzaman, M., & Sharma, D. K. (2005). Adsorption of phenols from wastewater. *Journal of Colloid and Interface Science*, 287(1), 14-24.
- Araújo, V. D., Tranquilin, R. L., Motta, F. V., Paskocimas, C. A., Bernardi, M. I. B., Cavalcante, L. S., ... & Bomio, M. R. D. (2014). Effect of polyvinyl alcohol on the shape, photoluminescence and photocatalytic properties of PbMoO_4 microcrystals. *Materials Science in Semiconductor Processing*, 26, 425-430.
- Bakhshian, S., & Hosseini, S. A. (2019). Prediction of CO_2 adsorption-induced deformation in shale nanopores. *Fuel*, 241, 767-776.
- Bardelli, L., Bini, M., Bizzeti, P. G., Danevich, F. A., Fazzini, T. F., Krutyak, N., ... & Pashkovskii, M. (2008). Pulse-shape discrimination with PbWO_4 crystal scintillators. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 584(1), 129-134.
- Basiev, T. T., Sobol, A. A., Voronko, Y. K., & Zverev, P. G. (2000). Spontaneous Raman spectroscopy of tungstate and molybdate crystals for Raman lasers. *Optical Materials*, 15(3), 205-216.
- Bazarganipour, M. (2016). Synthesis and characterization of BaMoO_4 nanostructures prepared via a simple sonochemical method and their degradation ability of methylene blue. *Ceramics International*, 42(11), 12617-12622.

Bhattacharya, M., & Basak, T. (2016). A review on the susceptor assisted microwave processing of materials. *Energy*, 97, 306-338. Bomio, M. R. D., Cavalcante, L. S., Almeida, M. A. P., Tranquilin, R. L., Batista, N. C., Pizani, P. S., ... & Longo, E. (2013). Structural refinement, growth mechanism, infrared/Raman spectroscopies and photoluminescence properties of PbMoO_4 crystals. *Polyhedron*, 50(1), 532-545.

Botelho, G. L. (2006), Efeito de diferentes solventes nas propriedades fotoluminescentes do CaMoO_4 . Dissertação de Mestrado Programa de Pós-Graduação em Química – UFScar. São Carlos.

Botelho, G., Nogueira, I. C., Moraes, E., & Longo, E. (2016). Study of structural and optical properties of CaMoO_4 nanoparticles synthesized by the microwave-assisted solvothermal method. *Materials Chemistry and Physics*, 183, 110-120.

Capítulo 3

MONITORAMENTO TECNOLÓGICO E CIENTÍFICO DA UTILIZAÇÃO DE BIOPOLÍMEROS EM EMBALAGENS ALIMENTÍCIAS

Valdivânia A. do Nascimento¹, Moisés das Virgens Santana², Walber Alves Freitas³, Hitalo de Jesus Bezerra da Silva⁴, Humberto Denys de Almeida Silva⁵, João Batista de Oliveira Libório Dourado⁶, Bruna Leal Melo de Oliveira⁷

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo realizar uma busca na literatura de estudos relacionados às aplicações de biopolímeros em embalagens alimentícias. Foi realizada uma busca de artigos e patentes nas bases de patentes do European Patent Office (EPO), da US Patent and Trademark (USPTO), da World Intellectual Property Organization (WIPO) e do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), além da pesquisa de artigos indexados nas bases Scopus, Web of Science e Scielo. O estudo foi realizado em abril de 2019, utilizando os seguintes termos: biopolymer and packing and food. Utilizando todas as palavras-chave foram apresentadas 75 patentes depositadas no banco de dados EPO na base dos Estados Unidos, as patentes encontradas foram depositadas pela China. No ano de 2017, foram encontradas 2 patentes. As bases Scopus e Web of Science são as que apresentam o maior número de artigos na área, a partir do século XXI. Com as pesquisas realizadas, foi possível que o uso de biopolímeros em embalagens alimentícias é bastante promissor.

Palavras-Chave: Biopolímero, Embalagem, Alimentícia.

ABSTRACT

This work aims to carry out a search in the literature of studies related to the applications of biopolymers in food packaging. A search of articles and patents in the patent bases of the European Patent Office (EPO), the US Patent and Trademark (USPTO), the World Intellectual Property Organization (WIPO) and the National Intellectual Property Institute (INPI) was carried out. search for articles indexed in Scopus databases, Web of Science

¹ Universidade Federal do Piauí, Centro de Tecnologia, Teresina, PI, Brasil, CEP – 64049550. *e-mail: val.albuquerque@hotmail.com

² Universidade Federal do Piauí, Centro de Tecnologia, Teresina, PI, Brasil, CEP – 64049550. *e-mail: val.albuquerque@hotmail.com

³ Universidade Federal do Piauí, Centro de Tecnologia, Teresina, PI, Brasil, CEP – 64049550. *e-mail: val.albuquerque@hotmail.com

⁴ Universidade Federal do Piauí, Centro de Tecnologia, Teresina, PI, Brasil, CEP – 64049550. *e-mail: val.albuquerque@hotmail.com

⁵ Faculdade do Vale do Itapecuru, Caxias, Maranhão, Brasil.

⁶ Universidade Federal do Piauí, Centro de Tecnologia, Teresina, PI, Brasil, CEP – 64049550. *e-mail: val.albuquerque@hotmail.com

⁷ Universidade Federal do Piauí, Centro de Tecnologia, Teresina, PI, Brasil, CEP – 64049550. *e-mail: val.albuquerque@hotmail.com

and Scielo. The study was conducted in April 2019, using the following terms: bio polymer and packing and food. Submitted 75 patents deposited in the EPO database at the base of the United States, the patents found were deposited by China. The first patent was filed in 2000. In the year 2017, two patents were found. The Scopus and Web of Science bases are the ones with the largest number of articles in the area, beginning in the 21st century. With the research carried out, it was possible that the use of biopolymers in food packaging is very promising.

Keywords: Biopolymer, Packaging, Food.

INTRODUÇÃO

Os biopolímeros são polímeros ou copolímeros produzidos a partir de matérias-primas de fontes renováveis, como: milho, cana-de-açúcar, celulose, quitina, e outras (Pradella, 2006). As fontes renováveis são assim conhecidas por possuírem um ciclo de vida mais curto comparado com fontes fósseis como o petróleo que leva milhares de anos para se formar. Alguns fatores ambientais e socioeconômicos que estão relacionados ao crescente interesse pelos biopolímeros são: os grandes impactos ambientais causados pelos processos de extração e refino utilizados para produção dos polímeros provenientes do petróleo, a escassez do petróleo e aumento do seu preço (Fechine, 2010).

Polímeros biodegradáveis são polímeros nos quais a degradação resulta da ação de microorganismos de ocorrência natural como bactérias, fungos e algas (Calabia, et al. 2010), podendo ser consumidos em semanas ou meses sob condições favoráveis de biodegradação (Henton, et al. 2005). Eles podem ser provenientes de fontes naturais renováveis como milho, celulose, batata, cana-de-açúcar, ou serem sintetizados por bactérias a partir de pequenas moléculas como o ácido butílico ou o ácido valérico dando origem ao polihidroxibutirato – PHB e ao polihidroxibutirato-co-valerato – PHB-HV, respectivamente, ou até mesmo serem derivados de fonte animal, como a quitina, a quitosana ou proteínas (Suzuki, et al. 2010; Chen, 2005). Outros polímeros biodegradáveis podem ser obtidos de fontes fósseis, petróleo, ou da mistura entre biomassa e petróleo.

Os polímeros biodegradáveis provenientes do petróleo mais conhecidos são as policaprolactonas – PCL, as poliesteramidas, os copoliésteres alifáticos e os copoliésteres aromáticos. Dentre os polímeros biodegradáveis, os que têm atraído mais atenção são os obtidos a partir de fontes renováveis, devido ao menor impacto ambiental causado com relação a sua origem, o balanço positivo de dióxido de carbono (CO₂) após compostagem, e a possibilidade de formação de um ciclo de vida fechado (Halley, et al. 2005; Fischer, et al. 2009).

As embalagens sintéticas têm originado sérios problemas ecológicos devido ao facto de não serem biodegradáveis. Neste contexto, acredita-se que os biopolímeros constituem uma fonte alternativa para o desenvolvimento de embalagens devido à sua biodegradabilidade. O uso de revestimentos/filmes edíveis

baseados em polímeros naturais e em aditivos reconhecidos como seguros tem aumentado na indústria alimentar. Os revestimentos/filmes podem ser produzidos utilizando uma grande variedade de produtos, tais como polissacáridos, proteínas, lipídios, resinas, com a adição de plasticizantes e surfactantes (Baldwin, et al. 1996).

Estes revestimentos/filmes edíveis e biodegradáveis têm sido utilizados com sucesso em várias aplicações comerciais: (a) gelatina para cápsulas, suplementos, fármacos e encapsulação de aromas (Pranoto, et al. 2005); (b) zeína de milho para revestimentos, suplementos e comprimidos (Nelson, 2000); (c) colágeno para envolver produtos de carne (Ribeiro, et al. 2007); (d) revestimentos de amido para comprimidos e frutos secos (Avérous, et al. 2001); (e) revestimentos de celulose para suplementos e comprimidos (Wong, et al. 1994); (f) ésteres de sacarose de ácidos gordos como revestimento de produtos frescos (Lima, et al. 2010); (g) revestimentos de cera e óleo para produtos frescos, suplementos e comprimidos (Martins, et al. 2010).

Dessa forma, sabendo que essa tecnologia continua em crescimento e sendo produzida no sentido de aprimorá-la, é pertinente uma investigação das tecnologias e processos empregados na produção de biopolímeros aplicados em embalagens alimentícias. Por conseguinte, este trabalho apresenta um levantamento prospectivo do processamento de biopolímeros aplicados em embalagens alimentícias com base em documentos patentários como também em artigos científicos que abordem a temática.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Resíduos das embalagens plásticas

Um problema da sociedade contemporânea Os plásticos são amplamente utilizados por todo o mundo e a sua produção anual aumenta em média 10% ao ano. Na Europa Ocidental as embalagens representam a maior fatia (27%) das aplicações finais dos plásticos. Os resíduos gerados pelas embalagens plásticas têm um grande impacto no lixo doméstico produzido, e em Portugal, chegam a atingir 25% do total dos resíduos gerados por embalagens (Larotonda, 2007).

A preocupação crescente dos consumidores relativamente às questões ambientais estimula a procura de recursos biodegradáveis que possam diminuir a dependência relativamente às embalagens sintéticas. Este tipo de embalagens feitas à base de produtos petroquímicos, tais como, poliolefinas, poliésteres, poliamidas, etc., têm sido amplamente utilizadas pois existem em grandes quantidades e a baixo custo e possuem características atractivas, como uma boa força de tracção, boas propriedades de barreira ao oxigénio e capacidade de reter o aroma (Larotonda, 2007).

Pelo contrário, possuem baixa transmissão ao vapor de água, são tóxicas, poluentes e a sua degradação pode demorar centenas de anos. Estudos realizados comprovam que muitos destes compostos sintéticos estão também associados a uma gama alarmante de doenças.

Com a crise petrolífera mundial a agravar-se encontrar uma solução alternativa que vise diminuir a dependência da sociedade deste tipo de compostos revela-se de importância vital.

Polímeros biodegradáveis

A acumulação dos resíduos provenientes de matérias-primas não renováveis constitui uma grave ameaça ambiental pelo que, a procura de alternativas “amigas do ambiente” levou ao desenvolvimento de diferentes plásticos produzidos a partir de biopolímeros (Freile-Pelegrín et. al, 2006).

Plásticos com estruturas baseadas em polímeros naturais (lípidos, proteínas, polissacarídeos) quando colocados em ambientes biologicamente ativos, têm uma velocidade de degradação maior. A sua decomposição pode ser levada a cabo por ataques microbiológicos e/ou exposição a agentes atmosféricos tais como, radiação solar, vento, chuva, humidade, entre outros.

A degradação química destes materiais também pode ocorrer devido à quebra de ligações moleculares, pois são estruturas de grande instabilidade. Todas estas características especiais possibilitam processos de reciclagem natural. Uma das desvantagens do uso destes biopolímeros é o seu “tempo de vida” que vai desde meses até alguns anos (3-4) pelo que muitos deles ainda não foram incorporados em produtos comercializados.

Outro problema inerente a estes polímeros naturais é que não são tão resistentes como os polímeros sintéticos (D. Phan et al., 2005). Nos últimos anos, têm sido desenvolvidos muitos estudos no sentido de descobrir biopolímeros capazes de substituir os polímeros sintéticos em aplicações a embalagens ou revestimentos na indústria alimentar e/ou farmacêutica.

Na utilização como embalagens de alimentos, os filmes biodegradáveis devem aumentar a vida-de-prateleira do produto e obedecer a critérios de segurança, tais como, propriedades de barreira (vapor de água, gases, luz, aroma), propriedades ópticas (transparência), propriedades mecânicas (força, deformação), resistência a fenómenos químicos e à temperatura, e ainda, devem apresentar um preço competitivo (Haugaard et al., 2001).

As algas são fontes subaproveitadas de alguns biopolímeros que podem ser utilizados na produção destes biofilmes. As algas vermelhas, um tipo de macroalgas marinhas, são um recurso natural de obtenção de agar. O agar é um biopolímero com uma estrutura única e características singulares que o tornam num potencial candidato no que diz respeito a aplicações a embalagens de alimentos.

É aprovado para uso na indústria alimentar figurando na lista GRAS (Generally Recognized As Safe) e o seu grande poder gelificante a baixas concentrações constitui a sua principal arma comercial (Davidson, 1980).

Reciclagem de embalagens plásticas e a legislação vigente para materiais em contato com alimentos

O setor de embalagens plásticas apresenta ainda um grande potencial de crescimento, dado o baixo consumo per capita e as possibilidades de substituição de outros tipos de embalagens por plásticos (SOUZA, 2002).

O elevado consumo de materiais plásticos leva, inevitavelmente, à geração de grande quantidade de resíduos poliméricos, principalmente porque muitas das aplicações desses materiais estão no segmento de embalagens. Os materiais plásticos conquistaram mercado em função de sua praticidade, leveza, fácil processamento e adequação às exigências dos mais diversos segmentos, em especial ao setor de embalagens. Dessa forma, outros materiais dificilmente substituem os materiais plásticos com o mesmo desempenho e, portanto, a redução na fonte e a reciclagem correspondem às únicas formas de preservação ambiental no que se refere ao consumo desses materiais.

Segundo Spinacé e De Paoli (2005), os principais polímeros encontrados nos resíduos sólidos urbanos brasileiros são o polietileno de alta e baixa densidade (PEAD e PEBD), o PET, o PVC e o PP. Outros tipos de polímeros encontrados correspondem a apenas 11% do total.

A reciclagem do PET está em ascensão no Brasil. A evolução do mercado, bem como os avanços tecnológicos, tem impulsionado novas aplicações para o PET reciclado (SILVA e MIRANDA, 2003).

No caso do poliestireno, a reciclagem de embalagens produzidas com esse polímero representa apenas uma potencialidade, tendo em vista a ínfima participação desse material em relação ao seu consumo, inclusive nos países desenvolvidos.

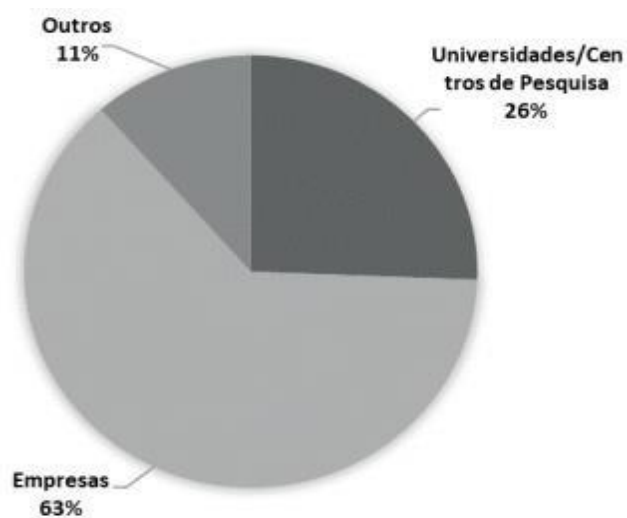
A reciclagem de plásticos visando o retorno para aplicações alimentícias era proibida mundialmente até a década de 90. Atualmente essa atividade consta como um dos principais desafios desse setor, pois representa todo um segmento de mercado a ser explorado (SANTOS et al., 2004).

Inicialmente, apenas os EUA e alguns países da Europa permitiram a aplicação do plástico reciclado para embalagens alimentícias. No Brasil, Chile, Austrália e mesmo em alguns países Europeus a aplicação do mesmo foi restrita ao contato indireto com alimentos, ou seja, em produtos multicamadas, sendo a camada de material reciclado a intermediária (SANTOS et al., 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As instituições que desenvolvem tecnologias relacionadas à biopolímeros aplicados em embalagens alimentícias foram classificadas em empresas e universidades/centros de pesquisas. Essa distribuição está representada na Figura 1.

Figura 1 – Empresas e Universidades/Centros de Pesquisa que desenvolvem tecnologias relacionadas ao tema.

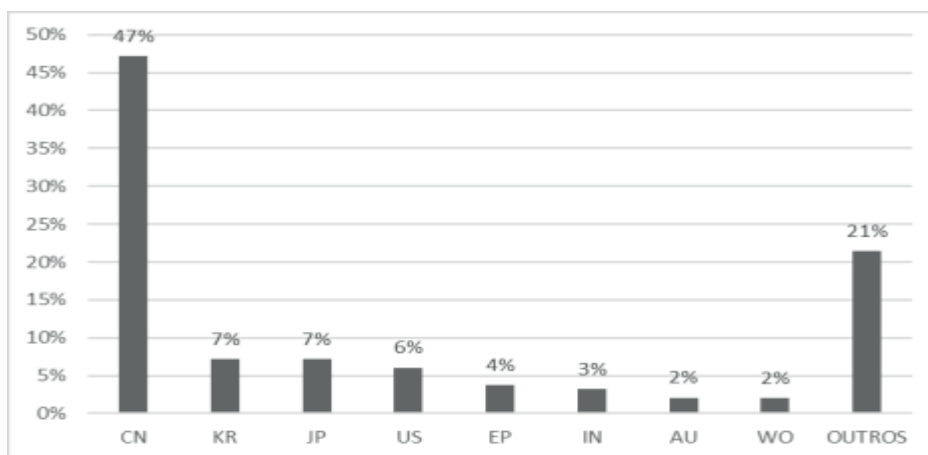


Dos dados relacionados à Figura 1, destacam-se a Hitachi como a empresa com maior número de patentes e a Tianjin University como a instituição de ensino com maior número de patentes. Esses dados estão dispostos na Figura 2 com seus respectivos quantitativos percentuais.

Figura 5 – Distribuição percentual de Empresas e Universidades/Centros de Pesquisa com maior número de patentes.

Em relação aos países de origem das patentes, a China se destaca com 47% do total de número de patentes depositadas sobre biopolímeros aplicados em embalagens alimentícias. Tal destaque se deve ao fato de menos de 60% das tecnologias serem nacionais em 2011, havendo um objetivo de aumentar esse número para 90% até 2020 (WINES, 2011). Na Figura 3 percebe-se que a China lidera com grande margem em relação ao segundo país com maior número de patentes concedidas, a Coreia do Sul, sendo que a diferença fica próxima dos 40%.

Figura 3 – Distribuição percentual de patentes concedidas por país.



De acordo com a distribuição de patentes por domínio tecnológico, constata-se que os biopolímeros aplicados em embalagens alimentícias estão contidos em diversos domínios, sendo que a maior parte está contida no domínio chamado tecnologia ambiental, num total de 41,5% das patentes. Em seguida, o domínio engenharia química representa 21,5% das patentes em relação ao domínio tecnológico. Somados, os dois domínios tecnológicos representam 63% de todas as patentes.

Ao realizar um refinamento na base Scopus por meio da combinação das palavras “*biopolymer and packing*” com “*food*” obteve-se o quantitativo de 2.320 documentos no segmento estudado. A Figura 4 apresenta os países que publicaram números significativos de documentos de 1997 a 2017, os quais de um total de 2.320 artigos publicados, a China aparece em primeiro lugar com 478 artigos e em segundo lugar, os Estados Unidos com 397. O Brasil aparece em terceiro lugar com 176 artigos.

CONCLUSÃO

A partir da prospecção tecnológica realizada neste trabalho, percebeu-se que houve um crescimento acentuado do número de patentes depositadas e artigos produzidos nos últimos anos no que se refere a tecnologias biopolímeros aplicados a embalagens alimentícias. Esses resultados dizem muito sobre o desenvolvimento e os investimentos em inovação destinados a essa área. Embora seja uma tecnologia em ascensão, muito tem sido feito, em âmbito global, a respeito do tema, sobretudo partindo de potências econômicas, como China e Estados Unidos, que são os maiores depositantes. O Brasil tem poucos depósitos de patente, evidenciando a necessidade de investimentos em tecnologia e inovação.

Por conseguinte, é importante salientar a importância do mapeamento de tecnologias e processos envolvidos na produção de biopolímeros aplicados em embalagens alimentícias como forma de traçar novas estratégias de expansão e consolidação dessa tecnologia por meio de investimento de empresas nesse setor, seja em etapas específicas do processo ou em unidades completas.

REFERÊNCIAS

- Avérous, L.; Fringant, C.; Moro, L. (2001). Starch-based biodegradable material suitable for thermoforming packaging. **Starch**, 53, 368–371.
- Baldwin, E.A.; Nisperos, M.O.; Chen, X.; Hagenmaier, R.D. (1996). Improving storage life of cut apple and potato with edible coating. *Postharvest Biol. Technol.*, 9, 151–163.
- Benzi, L.D. Embalagem, história e evolução. **F & C Embalagem**, São Paulo, v.6, n.58, p.28-33, 1993.
- Calabia, B. P.; Tokiwa, Y.; Ugwu, C. U.; Aiba, S. Biodegradation. In: Auras, R.; Lim, L.; Selke, S.E.M.; Tsuji, H. **Poly (lactic acid): Synthesis, Structures, Properties, Processing, and Applications**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010.
- Chen, G. G. Q. Polyhydroxyalkanoates. In: Smith, R. **Biodegradable Polymers for Industrial Application**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2005.
- Fechine, G. J. M. A Era dos Polímeros Biodegradáveis. **Plástico Moderno**. n. 423, 2010.
- Fellows, P.J. **Food processing technology: Principles and practice**. England: Woodhead Publishing Ltd., 2nd Ed., 2002, 575 p.
- Fischer, H. R.; De Vlieger, J. J. Starch-Based Nanocomposites Using Layered Minerals. In: Yu, L. **Biodegradable Polymer Blends and Composites from Renewable Resources**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2009.
- Food and Drug Administration. **Recycled Plastics in Food Packaging**. USA: CFSAN. Agosto 2005.
- Halley, P. F. Thermoplastic starch biodegradable polymers. In: Smith, R. **Biodegradable Polymers for Industrial Application**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2005.
- Henton, D. E.; Gruber, P.; Lunt, J.; Randall, J. Polylactic Acid Technology. In: Mohanty, A. K.; Misra, M.; Drzal, L. T. **Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites**. Boca Raton: Taylor & Francis, 2005.

Capítulo 4

**MAPEAMENTO DE ARTIGOS E PATENTES SOBRE NANOCOMPÓSITOS POLIMÉRICOS E CERÂMICOS
APLICADOS EM TECNOLOGIA****VALDIVÂNIA ALBUQUERQUE DO NASCIMENTO****RESUMO**

Os nanocompósitos um dos destaques da nanotecnologia, tecnologia que trabalha em escala nanométrica, aplicada frequentemente à produção de circuitos e dispositivos eletrônicos com as dimensões de átomos ou moléculas, é dividido em vários ramos e nessa prospecção vamos explorar as quantidades de artigos e patentes entre os nanocompósitos poliméricos, nanocompósitos polímero/argila, nanocompósitos polímero/argila magnéticos, nanocompósitos polímero/argila semicondutores. Um destaque ocorreu tanto no número de patentes como no de artigos foram os materiais de nanocompósitos poliméricos e, além disso, podemos levar em consideração o número de patentes desses materiais onde demonstra o quanto existe possibilidades de mais estudos.

Palavras-chave: Nanocompósito. Polimérico. Cerâmico.

1 INTRODUÇÃO

A nanotecnologia vem revolucionando o mundo a da ciência e tecnologia, trazendo grandes oportunidades de desenvolvimento de países e indústrias. O ponto inicial da nanotecnologia foi à palestra proferida por Richard Feynman em 1959, onde o mesmo propôs a manipulação de átomos e que o homem não necessitava meramente de aceitar os materiais da forma que a natureza provê, desde que as leis da natureza não sejam afetadas. A partir deste momento uma revolução vem acontecendo na ciência e na engenharia, por se tratar na habilidade de manipular átomos, compreendida por uma escala de 10^{-9} m, visando criar uma nova organização estrutural, capaz de apresentar comportamentos e propriedades diferentes dos materiais atualmente conhecidos (Cadioli e Salla, 2015).

E é dentro dessa grande tecnologia revolucionária que podemos destacar os nanocompósitos, um novo tipo de material produzido através da combinação de uma matriz e uma partícula, ou seja, são obtidos pela incorporação de reforços nanométricas. Esse novo material tem a sua utilidade em vários âmbitos da ciência, os quais podemos citar: Indústria de embalagens; Indústria de aeronáutica; Petroquímica; Medicina; Microinformática; entre outros (Oliveira; Barbosa; Faria; Pimentel; Reis Silva, 2014/2015).

Os nanocompósitos também são materiais com propriedades de melhoria significantes em relação ao seu material de origem. Tendo como destaque propriedades mecânicas, condutividade elétrica, retardamento

de fogo, estabilidade térmica, resistência química, claridade ótica. E entre esses materiais vamos focar em cinco deles: nanocompósitos poliméricos; nanocompósitos polímero /argila; nanocompósitos polímero/argila magnéticos; nanocompósitos polímero/argila semicondutor.

2. Metodologia

A prospecção foi realizada através do mapeamento nos depósitos de patentes e artigos, em janeiro de 2020. Na busca dos artigos foi aderido o Portal Capes; Google Acadêmico; Scopus; Scielo e Web of Science utilizando os termos em inglês conforme normas de busca científica. Já na busca de patentes utilizamos os bancos do INPI; WIPO; Google Patents e Web of Science (patentes) ajustando a pesquisa a cada banco de científico para que ocorra o melhor aproveitamento dos dados. Nas análises de artigos e patentes foi considerado a quantidade de encontrada em cada banco, usando o critério de busca no título ou abstract. As palavras chaves usadas nas pesquisas forma: “Polymer Nanocomposites” ; “Nanocomposites polymer / clay” ; “Nanocomposites polymer / clay semiconductor” ; “Nanocomposites polymer / clay magnetic”.

3. Resultados

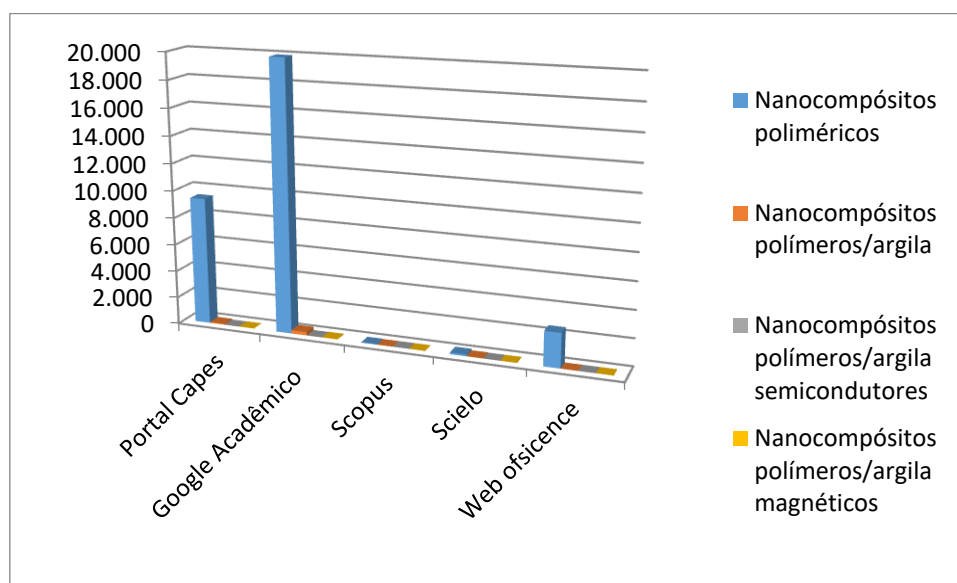
A busca nos bancos de dados de artigos e patentes permitiu inferir que existe números consideráveis de estudos relacionados ao nanocompósitos poliméricos e que vão diminuindo a cada especificação inserida nesse material, como podemos visualizar na Tabela 1 e Figura 1.

Tabela 1: Número de artigos encontrados de acordo com a cada palavra chave nos bancos de dados científicos.

Palavras Chaves	Portal Capes	Google Acadêmico	Scopus	Scielo	Web of science
Nanocompósitos poliméricos	9.382	19.900	19,904	125	2.531
Nanocompósitos polímeros/argila	66	253	2	17	3
Nanocompósitos polímeros/argila semicondutores	3	5	0	0	0
Nanocompósitos polímeros/argila magnéticos	14	17	0	0	1

Fonte: Autoria Própria (2020)

Figura 1:Gráfico representando a quantidade de artigos encontrados



Fonte: Autoria Própria (2020)

Em relação as patentes não foram encontradas nenhuma relacionada a Nanocompósitos polímeros/argila semicondutores e a Nanocompósitos polímeros/argila magnéticos.

Tabela 2: Número de patentes encontradas a partir das palavras chaves nos bancos científicos de dados de patentes.

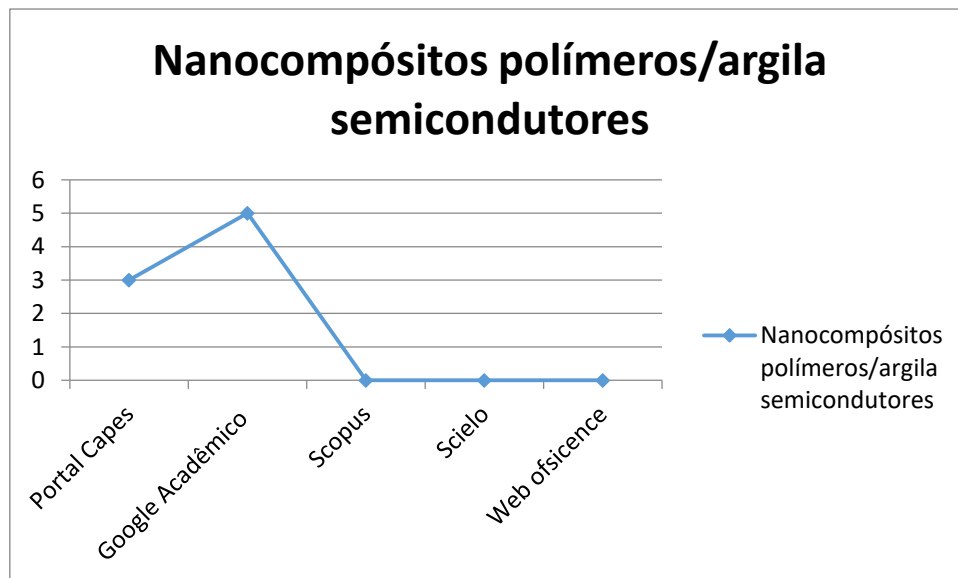
Palavras Chaves	Web of Science (Patentes)	WIPO	INPI	Google Patents
Nanocompósitos poliméricos	349	8	132	2,838
Nanocompósitos polímeros/argila	0	0	0	72
Nanocompósitos polímeros/argila semicondutores	0	0	0	0
Nanocompósitos polímeros/argila magnéticos	0	0	0	0

Fonte: Autoria Própria (2020)

3.1 Nanocompósitos poliméricos

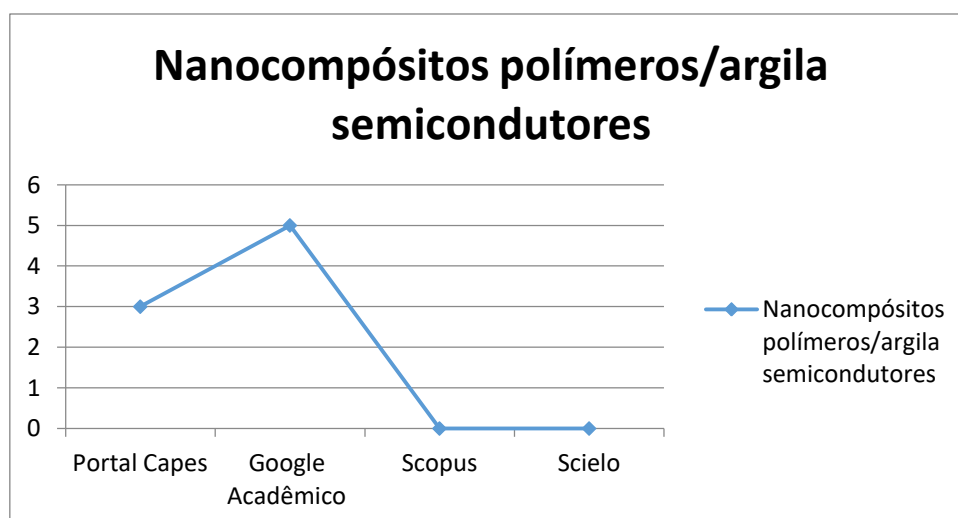
São materiais formados pela mistura e combinação de polímero ou borracha com um material qualquer, onde um deles estão na escala nanométrica. O número de materiais nanocompósitos são ilimitados e podemos levar em destaque o polímero por apresentar uma quantidade relevante de artigos e patentes publicada.

Figura 2: Gráfico representando a quantidades de artigos relacionados a nanocompósitos poliméricos.



Fonte: Autoria Própria (2020)

Figura 3: Gráfico apresentando a quantidade de patentes encontradas relacionadas a nanocompósitos poliméricos

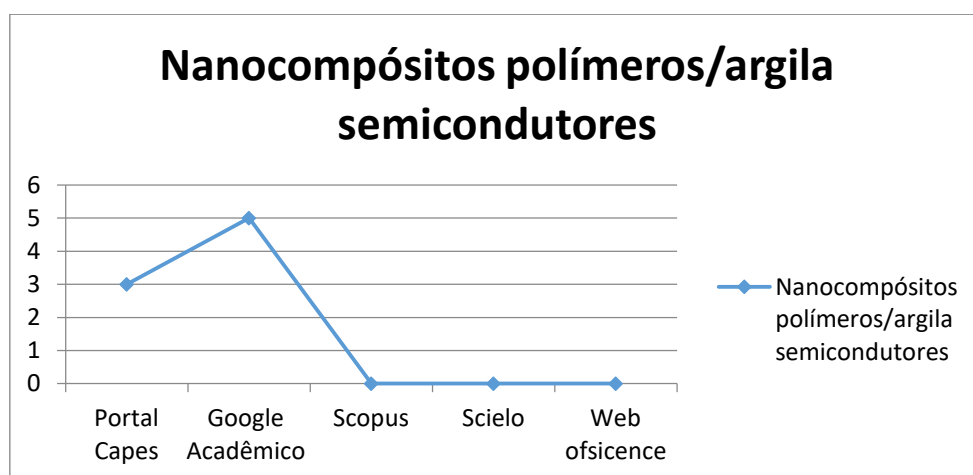


Fonte: Autoria Própria (2018)

3.2 Nanocompósitos polímeros/argila

Nanocompósitos são compostos formados por uma matriz polimérica reforçada com uma carga nanométrica, como, por exemplo, PVC com argila – no qual as propriedades de um dos materiais (matriz, no caso PVC) são aprimoradas pelas propriedades do material inorgânico, que, ao ser incorporado em diminutas quantidades, pode ter o efeito esperado multiplicado. De acordo com Lucia Helena Innocentini Mei, professora da Faculdade de Engenharia Química da Universidade Estadual de Campinas (FEQ-Unicamp), a abordagem do trabalho tem sido basicamente a modificação da rota convencional de produção dos compostos de PVC hoje utilizada na indústria. E as análises mostramos seguintes resultados no número de artigos, em relação as patentes foi encontrado apenas 72 no banco Google Patents.

Figura 4: Gráfico representando os artigos encontrados em cada banco científico relacionado a nanocompósitos polímeros/argila.

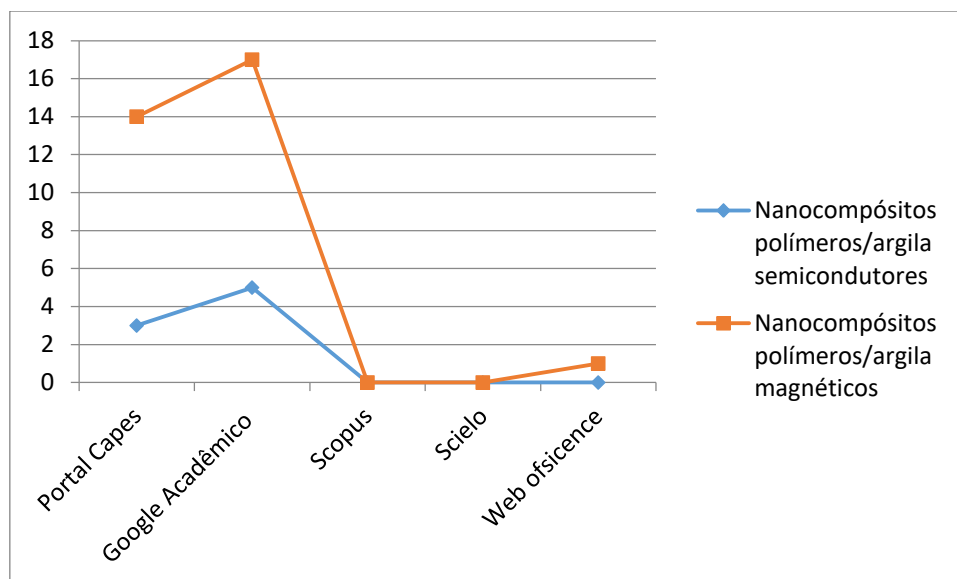


Fonte: Autoria Própria (2020)

3.3 Nanocompósitos polímero/argila magnéticos e Nanocompósitos polímero/argila semicondutores

Em relação a esses materiais mais específicos os números encontrados forma bem menores, mas muito importante para um direcionamento de estudos na área. Em relação as patentes não foram encontradas nenhuma nos bancos pesquisado e os artigos estão graficamente representados abaixo.

Figura 5: Gráfico apresentando o número de artigos dos nanocompósitos polímero/argila magnéticos e Nanocompósitos polímero/argila semicondutores



Fonte: Autoria Própria (2020)

4. Conclusão

A nanotecnologia é o hoje um dos grandes destaques em estudos no mundo e através dessa breve análises de alguns dos inúmeros nanocompósitos já criados e estudados podemos ter uma ideia do quão revolucionários são estes trabalhos. Podemos observar que o nanocompósitos poliméricos estão presentes em grandes números de artigos e patentes, os outros não ficam muito abaixo podendo ser visto a presença de artigos relevantes. A expectativa é que esses números possam vim crescendo a cada ano e trazendo uma melhoria considerável na nossa tecnologia. Podemos notar a deficiência em patentes em relação a nanocompósitos polímero/argila semicondutor e magnético.

Bibliografia:

INPI [Base de dados-Internet].2018. Disponível em: www.inpi.gov.br.

WEB OF SCIENCE [Base de dados –Internet].2018. Disponível em: <https://webofknowledge.com>.

SCIELO [Base de dados – Internet]. 2018.Disponível em: <http://www.scielo.org/php/index.php>.

PORTAL CAPES [Base de dados – Internet]. 2018. Disponível em <http://www.periodicos.capes.gov.br/>.

SCOPUS [Base de dados- Internet]. 2018.Disponivel em: <https://www.scopus.com/home.uri>.

GOOGLE ACADÊMICO [Base de dados – Internet]. 2018.Disponível em: <https://scholar.google.com.br/> .

GOOGLE PATENTS [Base de dados – Internet]. 2018.Disponível em: <https://patents.google.com/> .

WIPO [Base de dados – Internet]. 2018.Disponível em: <http://www.wipo.int/portal/en/index.html> . Acesso em setembro e outubro de 2018

ALCÂNTARA, Alex Sander. Nanocompósitos de PVC com argila. Agencia FAPESP.7 de maio de 2009.

CADIOLO,Luiz Paulo; SALLA,Luiza Dizulina. Nanotecnologia: um estudo sobre seu histórico, definição e principais aplicações desta inovadora tecnologia. Revista de ciências exatas e tecnologias.2015.

OLIVEIRA,Francisco;BARBOSA,José;FARIA,Rúben;PIMENTEL,António;REIS,Joana;SILVA,Mário. Nanomateriais e Nanocompósitos. Projeto FEUP.2014/2015

UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS POLIMÉRICOS NATURAIS E SUAS PROPRIEDADES

VALDIVÂNIA ALBUQUERQUE DO NASCIMENTO

RESUMO

A *Hordeum vulgare* L., conhecida popularmente como cevada, é um cereal de inverno da família Poaceae (Gramineae) utilizado na indústria cervejeira para a preparação do malte, na fabricação de rações, na indústria de farinha para alimentação infantil, na de doces e confeitos, na panificação e ainda para fins terapêuticos. Dentre as várias espécies existentes, essa foi escolhida para ser analisada devido ao fato de que é a de maior importância no que se refere às variedades dessa gramínea cerealífera. O objetivo desse estudo foi realizar uma prospecção científica e tecnológica sobre a cevada, tendo por base alguns dos mais conhecidos bancos de dados de patentes, dentre os quais estão Web of Science, World Intellectual (WIPO), European Patent Office (EPO), Instituto Nacional de Propriedades Industrial do Brasil (INPI), United States Patent and Trademark Office (USPTO), Derwent Innovations IndexSM.

Palavras-chave: Materiais. Poliméricos. Naturais

1. Introdução

É possível afirmar que muito se tem discutido sobre a saúde das pessoas nos dias atuais, de maneira que se vê de forma constante o desenvolvimento de pesquisas e técnicas cada vez mais avançadas que visam melhorar o bem-estar físico e mental de um indivíduo, principalmente através dos recursos naturais, os quais garantem uma grande eficiência no processo de pesquisa e desenvolvimento (Cesa-Luna et al., 2020). Sendo assim, nota-se que é de suma importância conhecer as origens e propriedades desses recursos para que seus benefícios possam ser explorados da melhor forma possível.

Dentre os vários tipos de cevada explorados, a cevada cervejeira é a única produzida comercialmente no Brasil, sendo que o país produz cevada em escala comercial desde 1930. A região sul do Brasil tem sido responsável pela produção do cereal nos últimos 30 anos, tendo maior destaque o estado do Rio Grande do Sul, o qual tem sido o maior estado produtor de cevada do país (Almeida et al., 2020).

A cevada (*Hordeum vulgare*) foi uma das primeiras espécies domesticadas pelo homem para a sua alimentação. Pela ampla adaptabilidade ecológica e por ser matéria-prima na fabricação de cerveja, destaca-se entre as gramíneas mais produzidas ao longo dos tempos, ocupando a quinta posição em termos de importância econômica no mundo (FAO, 2011). A produção brasileira está concentrada na região Sul. O Rio

Grande do Sul (RS) participa com 40% da cevada produzida no País, e esse Estado apresenta rendimento médio de 2.432 kg há-1, 15% menor que a média nacional (CONAB, 2011).

Essa cultura veio para o Brasil no século XVI, mas adquiriu importância a partir de 1930, visando à produção de cerveja. Desde o início, a produção é feita em resposta à demanda da indústria de malte cervejeiro. A produção brasileira de cevada caracteriza-se por ter sido sempre realizada mediante contrato firmado entre empresas fornecedoras de semente, as quais provêm orientação técnica, e os produtores (MINELLA, 1999), indicando, dessa forma, o comprometimento entre as cervejarias e o setor rural.

Embora estudos anteriores tenham demonstrado presença de elevados teores de compostos poli fenólicos em grãos de cevada de cultivares estrangeiras (MADHUJITH; SHAHIDI, 2006) e nacionais (BEZERRA, 2009), são escassas as pesquisas quanto à ação antioxidante destes extratos de cevada e dos grãos de cevada (LIU; YAO, 2007). Ainda, há outros aspectos a esclarecer, tais como a biodisponibilidade destes compostos fenólicos. Portanto, mais investigações são necessárias para avaliar a ação antioxidante da cevada e seus produtos in vivo (MADHUJITH; SHAHIDI, 2007).

Desse modo, este trabalho tem como objetivo fazer buscas relacionadas às pesquisas patenteadas a respeito da cevada, apresentando a quantidade de patentes publicadas, tendo por base os bancos de dados de patentes mais renomados, assim como também fornece informações sobre a evolução das pesquisas ao longo do tempo, os países que realizam essas pesquisas e as empresas que estão relacionadas a essa gramínea cerealífera.

2. Metodologia

Esta prospecção foi realizada no mês de novembro de 2016. As buscas pelos registros das patentes foram realizadas nas bases de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), do Escritório Europeu de Patentes (EPO), do Escritório de Patentes e Marcas dos Estados Unidos (USPTO), da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO). Por outro lado, a busca pelos artigos científicos foi feita no portal de periódicos da Capes, além de terem sido utilizadas as informações contidas no banco de dados Web of Science, que possui não só os artigos, mas também registros de depósitos de patentes.

Foram utilizadas as palavras-chave *Hordeum vulgare*, que é referente à espécie analisada, *Hordeum*, que corresponde ao gênero, *vulgare*, que se refere ao epíteto específico, e *Hordeum vulgare* and cancer. Ainda convém lembrar que as palavras foram pesquisadas em inglês, entretanto, apenas na base nacional (INPI) foram utilizadas as palavras em português, sendo colocadas no campo de pesquisa “resumo”.

3. Resultados

Com base nos dados apresentados pela Tabela 1, pode-se observar que quase todas as palavras-chave utilizadas foram encontradas ao serem pesquisadas nos bancos de dados de patentes. Todavia, houve duas exceções, as quais foram os resultados obtidos na pesquisa por *Hordeum vulgare* and câncer, tanto no INPI quanto no USPTO, de maneira que nenhum depósito de pedido de patente foi encontrado.

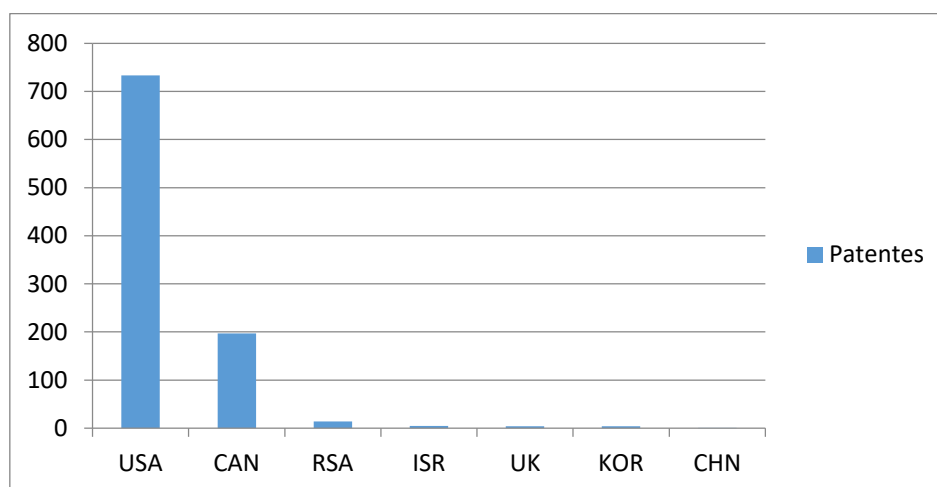
Tabela 1. Número de depósitos de pedidos de patentes por base de dados utilizando-se as palavras-chave.

Palavras-chave	Web of Science	WIPO	EPO	INPI	USPTO
Hordeum vulgare	383	10855	186	1	11
Hordeum	624	15663	229	1	16
Vulgare	1231	21234	1041	8	35
Hordeum vulgare and cancer	15	1488	5	0	0

Fonte: Autoria própria(2020)

Tendo em vista que o número de patentes pode indicar o nível de inovação de um país, também foram realizadas pesquisas no banco de dados conhecido como WIPO, o qual indica a quantidade de patentes por país com base na palavra utilizada na busca. A seguir, o gráfico 1 é apresentado com esses dados.

Gráfico 1: Países depositantes.

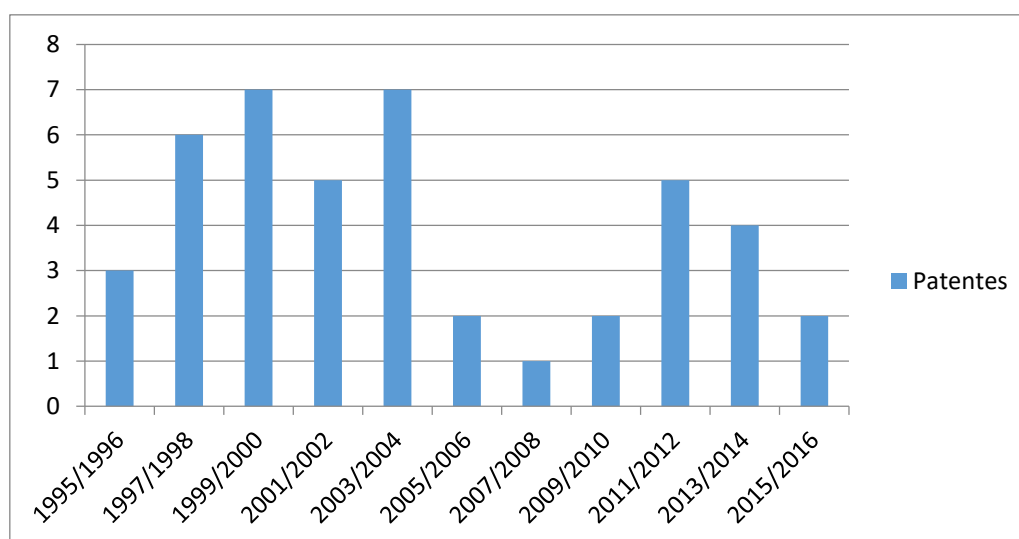


Fonte: Autoria própria(2020)

Os países que fizeram o depósito das patentes relacionadas à cevada foram Estados Unidos (USA), Canadá (CAN), África do Sul (RSA), Israel (ISR), Reino Unido (UK), Coreia do Sul (KOR) e China (CHN). Ainda observando o Gráfico 1, é notório que os Estados Unidos e o Canadá são os países que lideram o ranking dos maiores depositantes sobre a cevada, possuindo, respectivamente, 733 e 197 patentes. Seguido desses países, tem-se África do Sul com 14 e Israel com 5.

O WIPO também foi utilizado para fazer uma busca sobre a quantidade de patentes publicadas durante o período de 1995 a 2016, estabelecendo intervalos de 2 anos para cada busca. Sendo assim, foi feita uma análise temporal sobre a quantidade de publicações acerca da espécie *Hordeum vulgare* e constatou-se que poucas foram as patentes publicadas nesse período, sendo que os anos de 1999/2000 e 2003/2004 foram os que mais tiveram publicações, uma vez que foram constatadas 7 em cada intervalo. Em seguida, vem os períodos de 1997/1998, 2001/2002 e 2011/2012, que apresentam, respectivamente, 6, 5 e 5 pedidos de patentes, como mostra a Figura 2.

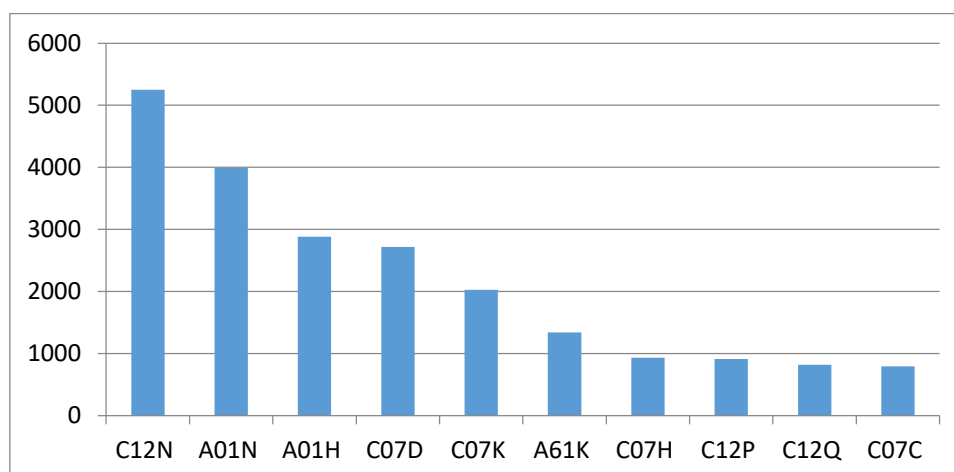
Gráfico 2: Ano de depósito de patentes.



Fonte: Autoria própria (2020)

No WIPO, ainda foi feita uma pesquisa sobre a quantidade de patentes de acordo com o código da Classificação Internacional de Patentes (CIP) e sobre as empresas com o maior número de patentes depositadas. Os gráficos 3 e 4 mostrados a seguir correspondem, respectivamente, a essas pesquisas.

Gráfico 3: Classificação Internacional de Patentes.



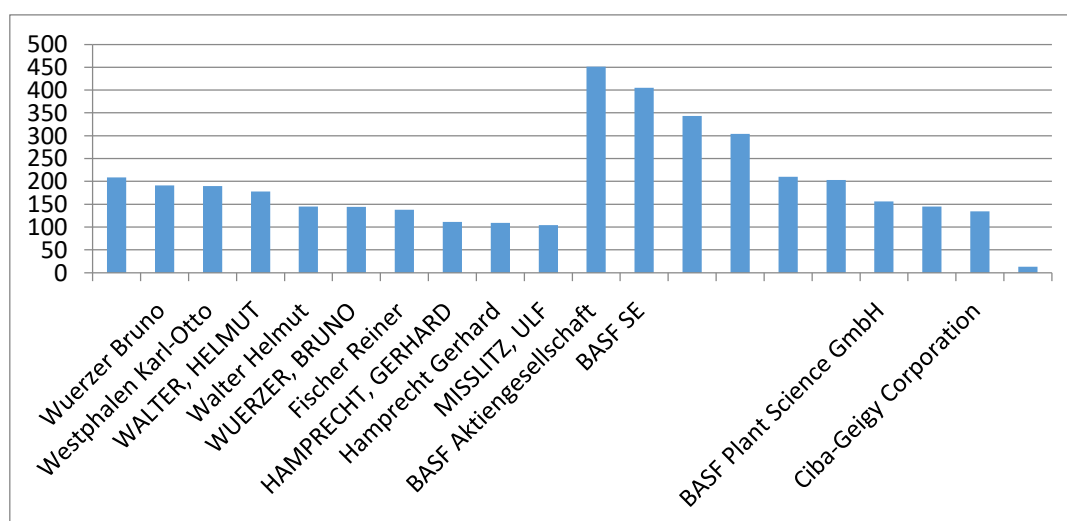
Fonte: Autoria própria(2020)

C12N-Micro-organismos ou enzimas; suas composições (biocidas, repelentes ou atrativos de pestes, ou reguladores do crescimento de plantas contendo micro-organismos, vírus, fungos microbianos, enzimas, fermentados, ou substâncias produzidas por, ou extraídas de, micro-organismos ou material animalA01N.

C12P-Processos de fermentação ou processos que utilizem enzimas para sintetizar uma composição ou composto químico desejado ou para separar isômeros ópticos de uma mistura racêmica.

C12Q- Processos de medição ou ensaio envolvendo enzimas ou micro-organismos (imunes ensaios g01n 33/53); suas composições ou seus papéis de teste; processos de preparação dessas composições; controle responsivo a condições do meio nos processos microbiológicos ou enzimáticos.

Gráfico 4: Empresas depositantes das patentes.



Fonte: Autoria própria (2020)

4. Conclusão

Pode-se observar, através dos dados estatísticos apresentados, que o número de patentes criadas que estão relacionadas à cevada ainda é muito pequeno, até mesmo quando se leva em consideração um período de 20 anos, ou seja, de 1995 a 2015. Vale ressaltar também que foi observado que os países que lideram o ranking dos maiores depositantes de patentes sobre a cevada são Estados Unidos e Canadá, assim como também são poucos os países que fazem essas pesquisas sobre a espécie em estudo.

Nesse cenário, portanto, nota-se que ainda não se fez muitas pesquisas e publicações de patentes sobre a cevada, uma vez que a mesma tem uma variedade de aplicações e possui propriedades benéficas à saúde humana.

Referências

Almeida, R. L., Santos, N. C., dos Santos Pereira, T., de Alcântara Silva, V. M., de Alcântara Ribeiro, V. H., Silva, L. N., ... & Lima, S. E. R. (2020). Texture profile and water activity of cookies made with red rice during storage. **Research, Society and Development**, 9(1), 170911830.

BEZERRA, A. S. **Caracterização de compostos antioxidantes em grãos de diferentes cultivares de cevada (*Hordeumvulgare* L.)**. 2009. 108f. Dissertação (Mestrado em Ciência e tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

Cesa-Luna, C., Baez, A., Quintero-Hernández, V., De la Cruz-Enríquez, J., Castañeda-Antonio, M. D., & Muñoz-Rojas, J. (2020). The importance of antimicrobial compounds produced by beneficial bacteria on the biocontrol of phytopathogens. **Acta Biológica Colombiana**, 25(1).

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Cevada – Brasil**. Série Histórica de: área, produtividade e produção.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. Disponível em :<http://www.fao.org/economic/ess/publications-studies/statistical-yearbook>.

MADHUJITH, T.; SHAHIDI, F. Antioxidative and antiproliferative properties of selected barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars and their potential for inhibition of low-density lipoprotein (LDL) cholesterol oxidation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 21, p. 5018-5024, 2007.

_____; _____. Optimization of the extraction of antioxidative constituents of six barley cultivars and their antioxidant properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 21, p. 8048-8057, 2006.

LIU, Q.; YAO, H. Antioxidant activities of barley seeds extracts. **Food Chemistry**, v. 102, n. 3, p. 732-737, 2007.

MINELLA, E. Cevada brasileira: situação & perspectiva. **Comunicado Técnico online**, passo fundo, n. 23, dez. 1999.

DESCRIÇÃO TECNOLÓGICA E CIENTÍFICA DA PROPRIEDADE ANTIOXIDANTE DOS BIOPOLÍMEROS**VALDIVÂNIA ALBUQUERQUE DO NASCIMENTO****RESUMO**

As plantas medicinais são de grande importância para o meio científico devido à sua capacidade de produzir moléculas com funções biológicas, utilizadas para diversos fins terapêuticos. A romã (*punica granatum*) é uma fruta rica em propriedades medicinais, como ação antioxidante, antimicrobiana, antisséptica, etc.; prevenindo até doenças cardiovasculares. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar uma prospecção tecnológica do uso da romã por meio do mapeamento de patentes nas bases de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO), Banco Europeu de Patentes (EPO), Banco Americano de Marcas e Patentes (USPTO) e busca de artigos no banco de títulos de periódicos Web of science. A classificação internacional mais abundante nessa prospecção foi A61K, que trata de preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas. Dentre os maiores depositários, estão Estados Unidos e European Patent Office.

Palavras-chave: Patente. Prospecção. Biopolímero.

1. Introdução

A utilização de plantas para tratamento, cura e prevenção de doenças, é uma das mais antigas formas de prática medicinal da humanidade. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), 65-80% da população dos países em desenvolvimento dependem das plantas medicinais como única forma de acesso aos cuidados básicos de saúde (VEIGA-JUNIOR, 2008). O conhecimento científico sobre plantas úteis, em particular as descritas com uso terapêutico, pode potencialmente melhorar a qualidade dos medicamentos, por sua vez levando a uma melhoria da qualidade de vida da população (LEITÃO, 2009).

As observações populares sobre o uso e a eficácia de plantas medicinais de todo mundo, fortalece a prática do consumo de fitoterápicos, tornando válidas as informações terapêuticas que foram sendo acumuladas durante séculos (VEIGA-JUNIOR, 2008). Os estudos com plantas medicinais são crescentes devido à capacidade dessas espécies de produzir moléculas com atividade terapêutica, utilizadas para diversos fins terapêuticos (SOUTO-MAIOR et al., 2011).

A romã é o fruto da romãzeira, que é usada como planta medicinal. Ela é arredondada e pode ser cor de laranja ou avermelhada tendo sementes pequenas de aspeto gelatinoso e cor vermelha. As suas flores crescem em grupos de três ou quatro e geralmente são de cor vermelho-alaranjado e as suas folhas são verdes e brilhantes. A romã é de cultivo fácil no Brasil e pode ser encontrada em qualquer parte do país (SOUTO-MAIOR et al., 2011).

O seu nome científico é *Punica granatum*, ela é rica em vitamina A e em vitaminas do complexo B, além de ser uma excelente fonte de ferro e cálcio. A romã serve para a prevenção de algumas doenças como a obesidade, a hipertensão e outros problemas cardiovasculares devido as suas qualidades antioxidantes que impedem a oxidação cardíaca (VEIGA-JUNIOR, 2008).

Nessa perspectiva, o presente trabalho teve como objetivo principal realizar uma prospecção tecnológica do uso da romã (*Punica Granatum*) para a sua ação anti-inflamatória, antidiarreica, diurética, antisséptica, antimicrobiana e antioxidante, com enfoque principal na propriedade antioxidante, por ser a propriedade mais evidente.

METODOLOGIA

A prospecção foi realizada com base nos pedidos de patentes depositados no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO), Banco Europeu de Patentes (EPO) e no Banco Americano de Marcas e Patentes (USPTO). A pesquisa foi realizada durante o mês de janeiro de 2020 e foram utilizados como palavras-chave os termos *Punica Granatum*, *Punica Granatum anti-inflamatório/anti-inflammatory*, *Punica Granatum antidiarreico/antidiarrheal*, *Punica Granatum diurético/diuretic*, *Punica Granatum antisséptico/antiseptic*, *Punica Granatum antioxidante/antioxidant*, *Punica Granatum antimicrobiano/antimicrobial*. Os termos em inglês foram utilizados para as bases internacionais, enquanto que os termos em português foram utilizados para busca de documentos em base nacional, sendo considerados válidos os documentos que apresentassem esses termos no resumo. A busca de artigos foi realizada no banco de dados de títulos de periódicos Web of Science, compreendendo 1463 artigos.

2. Resultados e Discussão

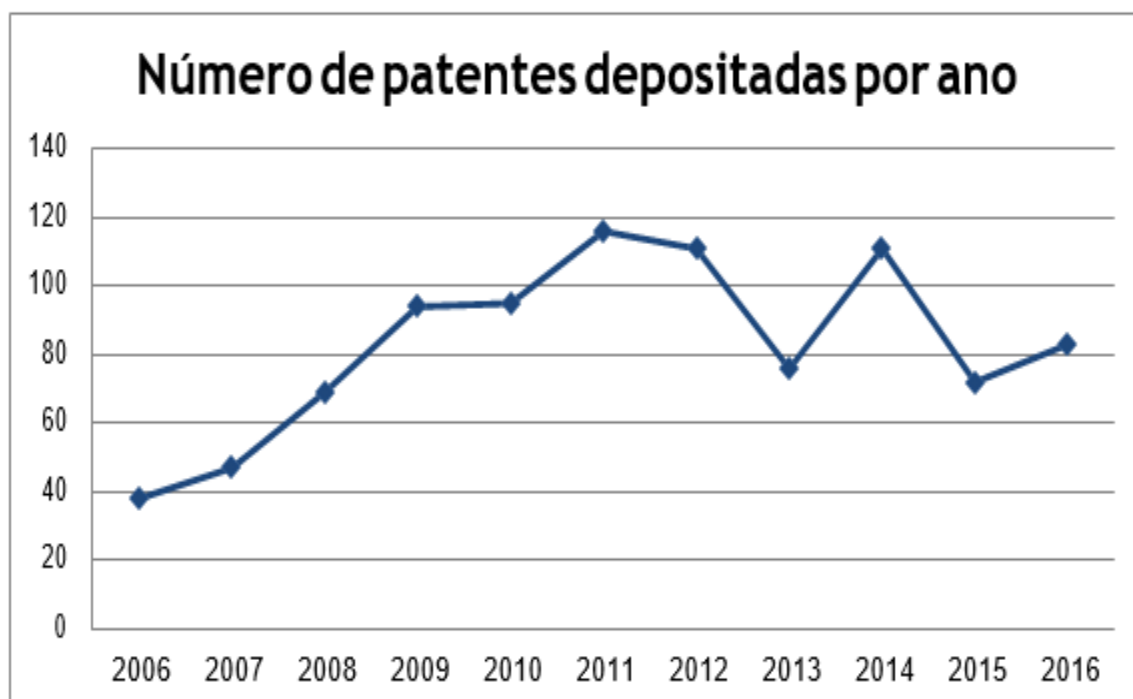
A Tabela 1 contém as pesquisas de patentes usando cada conjunto de palavras-chave, em cada banco de dados, WIPO, USPTO, INPI, EPO e Web of Science.

Palavras-Chave	WIPO	USPTO	INPI	EPO	WEB OF SCIENCE
<i>Punica Granatum</i>	2.167	3	4	249	1463
<i>Punica Granatum anti-inflamatório</i>	727	0	0	0	67
<i>Punica Granatum antidiarreico</i>	25	0	0	0	8
<i>Punica Granatum diurético</i>	110	0	0	0	0
<i>Punica Granatum antisséptico</i>	177	0	1	2	2
<i>Punica Granatum antioxidante</i>	1005	0	0	15	636
<i>Punica Granatum antimicrobiano</i>	486	0	1	3	134

Tabela 1. Número de patentes depositadas por base de dados.
Fonte: Autoria Própria (2020)

A princípio, foi avaliado o número de pedidos de patentes depositados por base de dados de acordo com os termos utilizados (Tabela 1). Foram encontrados vários documentos envolvendo os termos *Punica Granatum*, nas bases Web of Science (1785), WIPO (2167), EPO (249). O banco de dados USPTO registrou apenas 3 patentes na palavra-chave *Punica Granatum*, e aliadas as outras referentes as propriedades nenhuma. Observou o mesmo no INPI, só que com 1 patente aliada a cada referente palavra-chave (*antisséptico* e *antimicrobiano*). Além disso, não foi encontrada nenhuma patente depositada em relação as outras palavras-chave, destacando que no Brasil existem bons centros de pesquisa em produtos naturais, porém, no que se refere à grande parte das empresas brasileiras, existe a falta de investimento em inovação. Nota-se que o banco de dados com maior riqueza em registros de patentes foi o WIPO, essa é uma informação importante, pois influenciou nos gráficos posteriores.

Na figura 2 podemos ver o gráfico que revela o número de patentes depositadas na relação palavra-chave e o banco de dados, onde já mostrado o banco de dados WIPO reside o maior número de depósitos de patentes e em seguida o Web of Science com um alto número de registros de artigo. De modo específico para a refinação da pesquisa a palavra-chave com maior número de documentos registrados é a propriedade antioxidante.



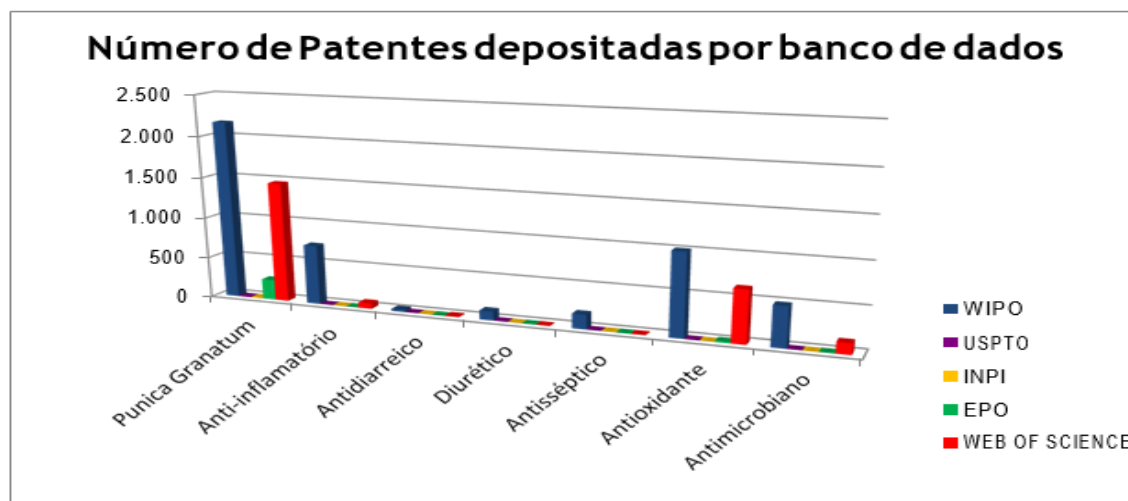


Figura 2. Número de patentes depositadas por base de dados. Fonte: Autoria própria (2020)

Os gráficos a seguir foram baseados no banco dados WIPO, como já citado anteriormente pela sua riqueza de dados e pela quantidade de patentes depositadas. Todos os gráficos a seguir se baseiam na relação das palavras-chave *Punica Granatum* and antioxidante.

Figura 3. Evolução anual de número de patentes depositadas.
Fonte: Autoria própria (2020)

A figura 3 mostra a evolução anual do número de patentes depositadas no WIPO, onde podemos perceber que no ano de 2011 houve o maior número de depósitos, seguido de 2012 e 2014, vemos também que houve o decaimento de patentes até o ano atual.

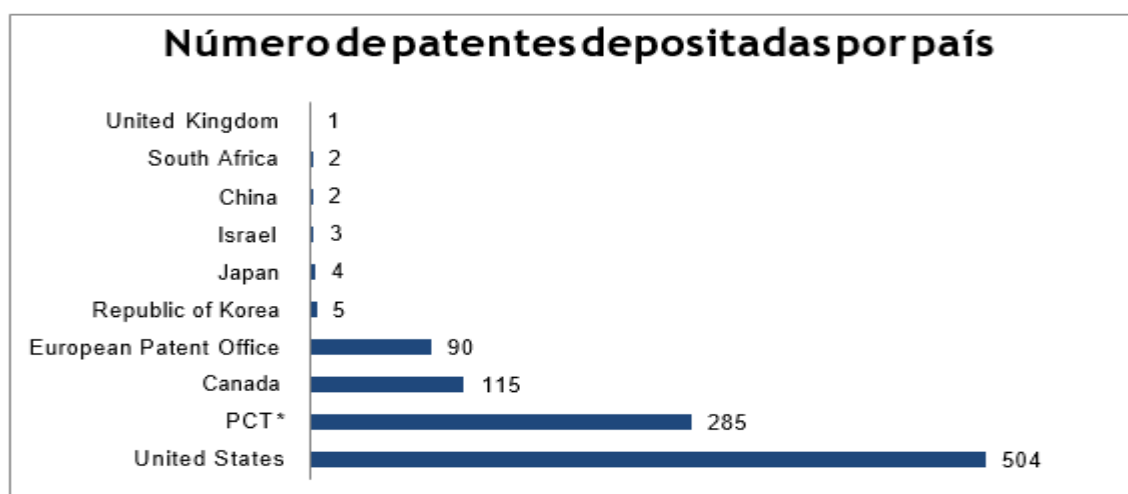


Figura 4. Número de patentes depositadas por país. Fonte: Autoria própria (2020)

*Bancos de dados.

A figura 4 exibe o número de patentes depositadas por país. Por ser um dos países que mais investe em pesquisas científicas os Estados Unidos ocupam a 1ª colocação com mais de 800 patentes depositadas, em seguida vemos a European Patent Office, e também a Coreia do Sul, o Brasil não aparece, já previsto pelo número de patentes depositadas no INPI.

3. Conclusão

Levando em consideração as bases que foram consultadas, foi possível observar que a pesquisa e aplicação tecnológica da romã são bem expressivas, principalmente nos Estados Unidos, entretanto observou um decaimento nos depósitos nos últimos 2 anos no WIPO. Comprovou-se que a o maior número de patentes se localiza em finalidades medicinais, logo pelas propriedades, mas percebeu-se esse fato também pela figura 5 onde vemos que o maior número de patentes depositadas se encontra no código A61K. Contudo, embora possua centros de pesquisa em produtos naturais respeitados mundialmente, o Brasil não participa dessa análise como depositário. Pode ser verificado que é necessário incentivar cada vez mais o desenvolvimento de pesquisas voltadas para as áreas de tecnologia e inovação, aumentando a comunicação entre a comunidade acadêmica e as empresas do setor farmacêutico.

Referências

“Romã”. Tua Saúde. Disponível em < <https://www.tuasaude.com/roma/> >.

VEIGA-Junior, V. F. Estudo do consumo de plantas medicinais na Região Centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro: aceitação pelos profissionais de saúde e modo de uso pela população. João Pessoa: Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 18, n. 2, p. 308-313, 2008.

LEITÃO, F.; FONSECA-Kruel, V.S.; SILVA, I.M.; REINERT, F. Urban ethnobotany in Petrópolis and Nova Friburgo (Rio de Janeiro, Brasil). Brazilian Journal of Pharmacognosy, v. 19, n. 1, p. 333-342, 2009.

SOUTO-MAIOR, F.N.; DE CARVALHO F.L.; DE MORAIS, L.C.S.L.; NETTO S.M.;

DE SOUSA D.P.; ALMEIDA R.N. Anxiolytic-like effects of inhaled linalool oxide in experimental mouse anxiety models. Pharmacology Biochemistry and Behavior. v. 100, n. 2, p. 259-63, 2011.

ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO RECICLADOS EM OBRAS VISANDO AUMENTO DA QUALIDADE

Walber Alves Freitas ^{1*}, Valdivânia A. do Nascimento², João Batista de Oliveira Libório Dourado³, Bruna Leal Melo de Oliveira⁴

Resumo

A reciclagem dos resíduos provenientes de atividades da indústria da construção civil está sendo uma prática de fundamental importância, tanto para o meio ambiente, quanto para a sociedade em geral. O entulho de construção civil que sai dos canteiros de obras, de demolição ou de restos de construção é constituído de uma mistura heterogênea de materiais com grande potencial de reciclagem. A composição dos resíduos de construção e demolição constitui-se numa alternativa para eliminar a nociva deposição de entulho às margens de vias públicas, terrenos baldios, rios, e ao mesmo tempo obter materiais de construção mais econômicos e de qualidade assegurada. Este trabalho tem como objetivo realizar uma busca na literatura de estudos relacionados às utilizações de resíduos de construção e demolição reciclados em obras visando aumento da qualidade. Foi realizada uma busca de artigos indexados nas bases Scopus, Web of Science e Scielo. O estudo foi realizado em abril de 2019, utilizando os seguintes termos: resíduo, construção, demolição, reciclado, qualidade. Várias são as pesquisas sobre propriedades mecânicas em concretos reciclados. Na sua grande maioria, os pesquisadores avaliam propriedades mecânicas de resistência à compressão e quase sempre o resultado é o mesmo: a viabilidade técnica dos concretos com agregados reciclados devido ao seu bom desempenho diante dessa propriedade. Muitos estudos já foram desenvolvidos com estes materiais, sendo avaliados, na sua grande maioria, em propriedades mecânicas e viabilidade técnica da utilização desses resíduos incorporados ao concreto. Pouco se têm estudado sobre aspectos de durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados.

Palavras-chave: resíduos, reciclagem, propriedades.

1. Introdução

Resíduos de Construção e Demolição (RCD) são considerados todo e qualquer resíduo oriundo das atividades de construção, sejam eles de novas construções, reformas, demolições, que envolvam atividades de obras de arte e limpezas de terrenos com presença de solos ou vegetação (ANGULO, 2000; FERRAZ *et al.*, 2001; EC, 2000; WILSON, 1996; SCHULTMANN; RENTZ, 2000).

Eles incluem diferentes materiais, tais como diferentes tipos de plásticos, isolantes, papel, materiais betuminosos, madeiras, metais, concretos, argamassas, blocos, tijolos, telhas, solos, e gesso, dentre outros.

A porção composta por concretos, argamassas, blocos, tijolos, telhas, solos, gesso, etc. dos resíduos de construção e demolição (RCD) é de origem mineral. Esta é predominante no RCD, representando aproximadamente 90%, na relação m/m, no Brasil (BRITO, 1998; CARNEIRO *et al.*, 2000), na Europa (EC, 2000; HENDRIKS, 2000) e em alguns países asiáticos (HUANG *et al.*, 2002).

O RCD tem, no mínimo, duas fontes de geração típicas: construção e demolição (ANGULO, 2000). Em diversos países, os resíduos da construção representam de 19 a 52% (m/m) do RCD, enquanto que os resíduos de demolição representam de 50 a 81% (m/m) do RCD (ANGULO, 2000).

Os teores de materiais minerais presentes no RCD variam entre canteiros de obras e entre países (BOSSINK; BROUWERS, 1996; PINTO, 1986), assim como os de materiais não- minerais. Os teores de madeira são mais significativos na Inglaterra (HARDER; FREEMAN, 1997), nos Estados Unidos (EPA, 1998) e na Austrália (QUEENSLAND, 2003). O teor de resíduos de asfalto é mais expressivo na Holanda (HENDRIKS, 2000). Estes resíduos podem representar grande parte do resíduo da construção na Inglaterra e na Austrália. O mesmo ocorre com os resíduos de demolição (SCHULTMANN; RENTZ, 2000; HOBBS, HURLEY, 2001).

2 Materiais e Métodos

A revisão bibliográfica foi baseada na pesquisa de artigos publicados. Os bancos de dados utilizados para busca de anterioridade de artigos foram: realizadas buscas nas bases de periódicos *Web of Science*, SCIELO e SCOPUS. O levantamento de todos os dados foi realizado em abril de 2019.

Inicialmente, as pesquisas foram realizadas para rastrear artigos com aplicação de resíduos de construção e demolição, através do uso das palavras-chave “*construction and demolition and waste*”, no título e no *abstract*.

Procurou-se também a aplicação para aumento de qualidade, na tentativa de maior abrangência de número de documentos de artigos, utilizando os termos “*waste and construction and demolition and quality*”. As buscas com essas palavras- chave foram realizadas envolvendo as bases de dados científicos (artigos), os quais foram descritos à priori.

3 Desenvolvimento

3.1 Impacto dos resíduos de construção e demolição nas cidades

O RCD representa de 13 a 67% em massa dos resíduos sólidos urbanos (RSU) tanto no Brasil como no exterior, cerca de 2 a 3 vezes a massa de lixo urbano (JOHN, 2000; HENDRIKS, 2000).

No Brasil, a geração de RCD *per capita* foi estimada em 500 kg/hab.ano, mediana para algumas cidades brasileiras (PINTO, 1999). Na Europa, a média de geração é acima de 480 kg/hab.ano (SYMONDS, 1999).

Quando ignorados, os RCD são responsáveis por deposições ilegais tanto no Brasil como no exterior (PINTO, 1999; ELIAS-OZKAN, 2001; EC, 2000). Na cidade de São Paulo, como exemplo, mais de 20% dos RCD são depositados ilegalmente dentro da cidade, gerando um custo de R\$ 45 x 10⁶ /ano para coleta-

transporte-transbordo e deposição deste resíduo no aterro (SCHNEIDER, 2003).

Desta forma, o gerenciamento do RCD tradicionalmente praticado no Brasil e no exterior pelo poder público é caracterizado pela limpeza repetida de áreas de deposição ilegal dentro da malha urbana, como exemplificado na Figura 2.3, e destinação do resíduo em aterros sanitários municipais (PINTO, 1999; SYMONDS, 1999; EC, 2000; ELIAS-OZKAN, 2001; SCHNEIDER, 2003). A existência de multas em razão da deposição irregular é, via de regra, a única política voltada para o gerador do resíduo.

A solução comum para deposição desses resíduos, portanto, são aterros privados, grande parte dos quais clandestinos. Embora o RCD seja considerado inerte pela NBR 10.004 (ABNT, 1987a), ANGULO e JOHN (2002a) mostram, a partir de um levantamento bibliográfico internacional, que componentes orgânicos como plásticos, tintas, óleos, asfaltos e madeiras, bem como o amianto e algumas substâncias inorgânicas como manganês podem contaminar aterros ou colocar em risco a saúde das pessoas.

Na Alemanha, a maior parte dos resíduos perigosos presentes no RCD vem do tratamento superficial das edificações, como pinturas e sistemas de proteção (TRANKLER *et al.*, 1996; SCHULTMANN *et al.*, 1997; WAHLSTROM *et al.*, 1997; SCHULTMANN; RENTZ, 2000). Estimou-se a presença de 58 toneladas de biofenilas policloradas (PCB) no RCD europeu no ano de 2001 (CHRISTENSEN *et al.*, 2002). É evidente então a necessidade de gestão específica para os resíduos perigosos presentes no RCD como, por exemplo, o já realizado com o amianto na União Européia (EC, 2000).

3.2 Estratégias para o gerenciamento adequado dos resíduos de construção e demolição

Muitos países investem num sistema formal de gerenciamento, como a Holanda (HENDRIKS, 2000) e o Reino Unido (HOBBS; HURLEY, 2001).

O Brasil segue a mesma tendência. O sistema é composto por companhias licenciadas para transporte, pontos de coleta de RCD para pequenos e grandes geradores (estações de transbordo) e aterros de inertes para recuperação de áreas degradadas incluindo ou não usinas de reciclagem (PINTO, 1999).

As estratégias necessárias de serem adotadas no gerenciamento de RCD podem ser resumidas nos itens seguintes (JOHN *et al.*, 2004).

3.2.1 Evitar Deposições Ilegais

No Brasil como em outros países, as deposições ilegais de RCD ocorrem em função dos custos e distâncias que envolvem o transporte desse resíduo, especialmente em cidades de médio e grande porte (SYMONDS, 1999; PINTO, 1999; HENDRIKS, 2000).

Embora existam leis que proíbem tal atividade, ela só se torna menos efetiva quando também é menos interessante do ponto de vista econômico. Para isso, é necessário o posicionamento estratégico de áreas de coleta dentro da malha urbana de forma a minimizar a distância e o custo de transporte (PINTO, 1999).

No ano de 1999, foi aprovado pela prefeitura de São Paulo o decreto 37.952, regulamentando as atividades dessas empresas transportadoras (OLIVEIRA *et al.*, 2001). A responsabilidade solidária entre gerador e transportador nas atividades de transporte e destinação do RCD foi regulamentada em São Paulo por meio do decreto Municipal 13.298, no ano de 2002 (SIERESP, 2003).

3.2.2 Estimular a Reciclagem

A reciclagem das frações não minerais do RCD, como madeira, plástico entre outros, desde que segregados, é facilmente praticada visto que existem em cidades de médio e grande porte catadores ou empresas especializadas na coleta e reciclagem de metais, papéis, plásticos, madeiras, etc.

Neste sentido, no Brasil, a Câmara Ambiental da Indústria da Construção do Estado de São Paulo⁶, órgão da CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), contando com a participação da cadeia produtiva, universidade e consultores entre outros, preparou diversas propostas de normas, discutidas e publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que são as seguintes:

- a) NBR 15.112 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – áreas de transbordo e triagem – diretrizes para projeto, implantação e operação;
- b) NBR 15.113 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – diretrizes para projeto, implantação e operação;
- c) NBR 15.114 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – diretrizes para projeto, implantação e operação;
- d) NBR 15.115 – Agregados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação;
- e) NBR 15.116 - Agregados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – requisitos.

A partir do ano de 2002, a Prefeitura de São Paulo implementou especificações internas de serviço baseadas nessas normas, permitindo a implantação de aterro de inertes por empresas privadas, como o extinto aterro de Itatinga e o atual aterro de Itaquera, adicionalmente aos da prefeitura. Além disso, torna possível o emprego dos agregados de RCD reciclados nas atividades de pavimentação do município.

Tanto no Brasil como no exterior, o uso do RCD reciclado como agregado em atividades de pavimentação ganhou popularidade, uma vez que as exigências de qualidade como produto são menores que as exigências de qualidade para uso em concreto (RILEM RECOMMENDATION, 1994; HENDRIKS, 2000; ISWB, 2001). Essa prática é conhecida como reciclagem de baixo valor (KOHLEK; PENZEL, 1997; HENDRIKS, 2000; KIBERT; CHINI, 2000; PELLETIERE, 2001).

Os agregados do setor privado são majoritariamente empregados em concretos e argamassas e podem absorver integralmente a fração mineral do RCD reciclada sem que, com isso, a participação no mercado ultrapasse os 20%. Além disso, em tais utilizações, os agregados de RCD reciclados adquirem maior valor agregado como produto. Semelhantes conclusões são citadas na Holanda (HENDRIKS, 2000; DIJK *et al.*, 2002).

4 CONCLUSÃO

Os RCD são majoritariamente de origem mineral no Brasil. No entanto, eles contêm importante fração de diferentes tipos de plásticos, papéis, madeiras, materiais betuminosos entre outros, inclusive resíduos perigosos.

A composição da fração mineral do RCD é variável, pois é uma mistura de componentes construtivos como concretos, argamassas, cerâmicas, rochas naturais, entre outros. Ela depende da origem do resíduo.

Os RCD geram diversos impactos ambientais em cidades de médio e grande porte tais como o uso de áreas de aterros, deposições irregulares, assoreamento de córregos, entupimento de galerias e bueiros entre outros.

Deve-se gerenciar, portanto, adequadamente o RCD com o objetivo de minimizar os seus impactos ambientais e econômicos nas cidades. Esse gerenciamento deve contemplar os seguintes itens: a) evitar as deposições irregulares por meio de regulamentações e uma rede de atração para esses resíduos que minimize os custos de transporte e de coleta-deposição, b) triar os resíduos com o objetivo de aumentar a reciclabilidade deles e reduzir os riscos ambientais, c) estimular a reciclagem por meio de especificações, decretos e normas técnicas que encorajem as utilizações dos materiais reciclados em mercados mais competitivos.

O uso da fração mineral do RCD é fundamental para se atingir reciclagem massiva. Essa fração pode ser absorvida integralmente no mercado de agregados para uso em concreto e argamassa sem que, com isso, a participação no mercado ultrapasse os 20%.

No Brasil, apesar da grande demanda de material que pode ser reciclado, o uso na fabricação de concretos ou de outros elementos da construção civil é pouco ou quase inexistente, sendo estes materiais utilizados

em sub-bases de vias e rodovias, na sua grande maioria. A escassez dos recursos naturais é um problema que, aparentemente, não afeta este país. Por enquanto, a grande questão consiste em resolver o problema do gerenciamento dos resíduos dessa natureza depositados nos grandes centros urbanos. Sendo assim, cidades como Belo Horizonte e algumas cidades de São Paulo estão buscando na reciclagem a saída para minimizar os efeitos nocivos da deposição inadequada nas cidades dos resíduos de natureza da atividade de construção civil.

REFERÊNCIAS

AJDUKIEWICZ, A.; KLISZCZEWICZ, A. The Influence of recycled aggregates on mechanical properties of HS/HPC. **Cemente & Concrete Composites**. v. 24, p. 269-279, 2002.

ANGULO, S. C. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. 2000. 155p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

ANGULO, S. C.; JOHN, V. M. **Requisitos para a execução de aterros de resíduos de construção e demolição**. Câmara Ambiental da Construção. São Paulo, 2002. 15 p. (documento interno).

ARM, M. Self-cementing properties of crushed demolished concrete in unbound layers: results from triaxial testes and field tests. **Waste Management**. v. 21, p. 235-239, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.004: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 1987.

AZEVEDO, R. M. B. Areia para construção. In: GOVERNO ESTADO DE SÃO PAULO; PRO-MINÉRIO; IPT. **Mercado Produtor Mineral do estado de São Paulo: levantamento e análise**. São Paulo: Pró-Minério/IPT, 1990. 188p.

BOSSINK, B.A.G.; BROUWERS, H.J.H. Construction waste: quantification and source evaluation. **Journal of Construction Engineering and Management**, n. 122, Mar., p. 55-60, 1996.

BRITO, J.A. Cidade versus entulho. **Areia&Brita**, p.22-26, out/dez., 1998.

CARNEIRO, A.P. Construction waste characterisation for production of recycled aggregate – Salvador/Brazil. In: WASTE MATERIALS IN CONSTRUCTION, 4, 2000, Leeds. **Proceedings**. Amsterdam: Elsevier, 2000. p. 825-835.

CHEN, H.J.; YEN, T.; CHEN, K.H. Use of buildings rubbles as recycled aggregates. **Cement and Concrete Research**. v. 33, p. 125-132, 2003

ESTUDO PROSPECTIVO DE MATERIAIS NATURAIS APLICADOS COMO FOTOPROTETORES**Anny Karoline de Carvalho Martins¹; Valdivânia Albuquerque do Nascimento²****Resumo**

A espécie *Tabebuia aurea* é extensamente distribuída pelo território brasileiro e apresenta características morfológicas que fazem seu estudo ser importante. Sendo o câncer de pele um problema de saúde pública, há uma maior preocupação no uso de protetores-solares como medida preventiva. Isso faz com que o mercado atual busque cada vez mais o uso de produtos naturais. O que indica que o uso da espécie *Tabebuia aurea* é uma excelente alternativa para a formulação de fotoprotetores naturais de origem vegetal. O presente trabalho analisou os bancos de dados de artigos (Scopus, Web of Science e Scielo) e os de patentes (EPO, USPTO e INPI), com o intuito de fazer um levantamento das pesquisas existentes sobre o uso da *Tabebuia aurea* e da argila nos fotoprotetores. Os resultados achados mostram que há deficiência de pesquisas tecnológicas em relação ao uso da *Tabebuia aurea* em conjunto com a argila em fotoprotetores. Indicando a necessidade de estudos futuros em relação a essa área tecnológica.

Palavras-chave: Fotoprotetor; Argilas; Prospecção.

1. Introdução

A radiação solar é responsável pela incidência de câncer de pele e de outras patologias da pele. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), o tipo de câncer com mais alta ocorrência é o melanoma, o que o torna um problema de saúde pública (RAMOS et al., 2010, p. 73). A superfície solar é atingida pelo espectro solar formado por radiações ultravioletas (UV) que ocorre na faixa entre 100–400 nm, visíveis (400–800 nm) e infravermelhas (acima de 800 nm). Essas radiações são percebidas pelo organismo humano sob a forma de calor (infravermelha), através das múltiplas cores identificadas pelo sistema óptico (radiação visíveis - VIS) e através de reações fotoquímicas (UV). Essas reações podem desencadear a produção de melanina, o que leva a um bronzeamento da pele, mas também pode ocasionar queimaduras e a possibilidade da ocorrência de mutações genéticas e comportamentos anormais das células (FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007).

Por este motivo há a necessidade de realizar medidas preventivas, como a redução do tempo de exposição solar, principalmente nos horários mais críticos, e o uso de protetores solar (RAMOS et al., 2010, p. 73). Esses protetores solares podem ser classificados em Orgânicos (ou químicos) e inorgânicos (ou físicos). Os filtros orgânicos possuem a presença de óxidos orgânicos e protegem a pele pela absorção da radiação e

já os filtros inorgânicos contêm a presença de óxidos metálicos e sua proteção é devida a reflexão da radiação (FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007).

Atualmente o mercado de cosmético apresenta a tendência do uso de produtos naturais, sobretudo os de origem vegetal, os quais podem ser pluralmente explorados na biodiversidade brasileira. Esses produtos além de promoverem um desenvolvimento sustentável, também apresentam menores impactos ambientais e efeitos colaterais reduzidos, ou seja, manifesta segurança e eficácia. Além disso, há a aprovação do consumidor com relação ao uso de produtos cosméticos com origem natural e que tenham qualidade comprovada cientificamente (FERRARI et al., 2007, p. 626).

Sendo assim, este trabalho escolheu como estudo a espécie *Tabebuia aurea*, também conhecida como ipê-amarelo ou paratudo. Essa espécie é amplamente distribuída pelo território brasileiro e ocorre em regiões como no Cerrado e na Caatinga. Ela possui características ecológicas que tornam o seu estudo essencial, como também a sua utilização na área medicinal (OLIVEIRA, et al., 2008, p. 1012). Dessa maneira, o objetivo desse trabalho foi de realizar um estudo prospectivo sobre o uso do extrato dessa espécie na formulação de fotoprotetores, juntamente com o uso de argilas.

2. Metodologia

A prospecção tecnológica foi realizada com base nos pedidos de patentes depositados no European Patent Office (EPO), na World Intellectual Property Organization (WIPO), no United States Patent and Trademark Office (USPTO) e no banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI). Paralelamente, para uma prospecção científica, foi realizado uma busca de artigos nos portais Periódicos da Capes, Web of Science, Science Direct, Scopus e ACS Publications.

A pesquisa foi realizada em dezembro de 2019, com intervalo de 2006 a 2016 para as publicações e foram utilizados como palavras-chave os termos argila, palygorskita, sepiolita, tabebuia aurea, fotoprotetor, 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 análise da quantidade de estudos científicos publicados anualmente, foi averiguado uma busca de artigos publicados por ano, além da verificação de países com mais publicações e principais áreas de aplicação. 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 artigos publicados e todos os pedidos de patente existentes até o presente momento.

3. Resultados e discussão

A Tabela 1 mostra o número de patentes depositadas nas três bases pesquisadas INPI, EPO e USPTO. Foi encontrado um total de 110 patentes nas bases pesquisadas, porém, não houve resultados na base brasileira (INPI) em relação às palavras-chave utilizadas.

Tabela 2 – Quantidade de patentes encontradas nas bases EPO, WIPO e INPI.

Palavras-chaves	EPO	USPTO	INPI
<i>Tabebuia aurea</i>	0	0	0
Sunscreen and Clay/ Fotoprotetor and Argila	40	69	0
Sunscreen and Sepiolite/FotoprotetSor and Sepiolita	1	0	0
Sunscreen and Palygorskite/Fotoprotetor and Paligorsquita	0	0	0
Sunscreen and <i>Tabebuia aurea</i> /Fotoprotetor and <i>Tabebuia aurea</i>	0	0	0
Sunscreen and Clay and <i>Tabebuia</i>	0	0	0
<i>Aurea</i> /Fotoprotetor and Argila and <i>Tabebuia aurea</i>			

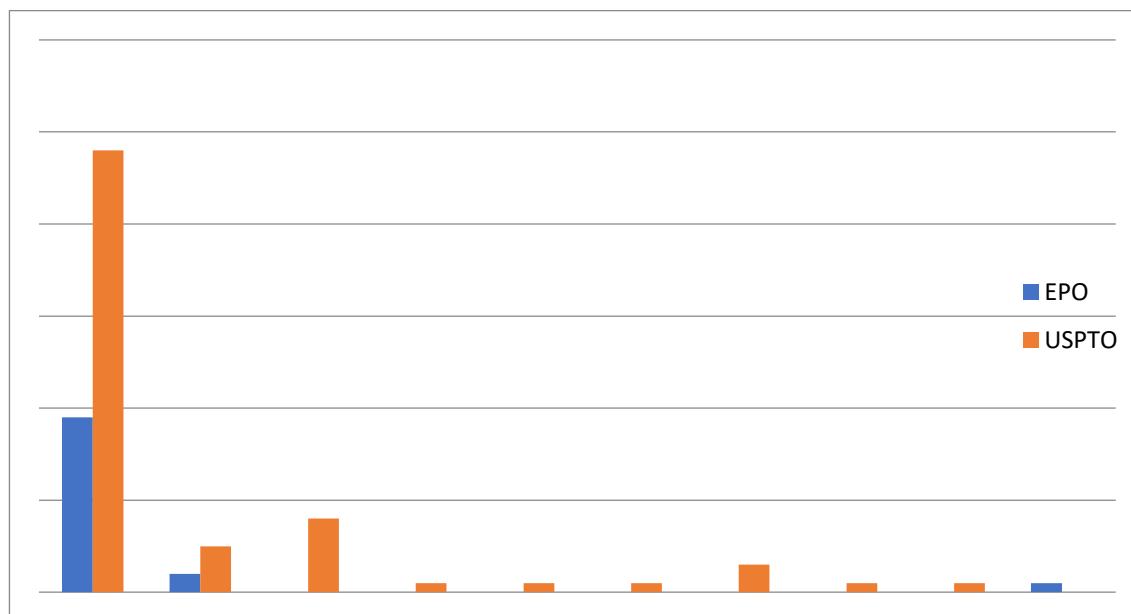
Fonte: Autoria própria (2019).

Pela análise dos dados é possível observar que o maior número de patentes observadas refere-se à palavra-chave “Sunscreen and Clay”, sendo encontrado um número maior na base de dados USPTO, equivalente a 69 patentes, do que na base EPO com um total de 40 patentes para essa palavra-chave. Também pode ser notado que há 1 (uma) patente depositada no banco europeu (EPO) relacionada a palavra-chave “Sunscreen and Sepiolite”, entretanto após ter realizada uma análise crítica a respeito dessa patente foi constatado que a patente evidenciao método de preparação de um material compósito de isolamento térmico de aerogel, o que não apresenta relação com a presente patente.

A Figura 1 apresenta a Classificação Internacional (CPC) analisada quantitativamente, a qual mostra que a classificação mais citada foi a AG61K. Essa classificação abrange preparações para finalidades

médicas, odontológicas ou higiênicas. Sendo que no banco de dados do EPO essa classificação encontra-se seguida da A61Q (uso específico de cosméticos ou preparações similares para higiene pessoal).

Figura 1 – Classificação Internacional das patentes.



A61P	Atividade terapêutica específica de compostos químicos ou preparações medicinais.
B08B	Limpeza em geral; prevenção de sujeiras em geral.
A01N	Conservação de corpos de seres humanos ou animais ou plantas ou partes dos mesmos; biocidas, p. ex. como desinfetantes, como pesticidas ou como herbicidas; repelentes ou atrativos de pestes; reguladores do crescimento de plantas.
C07C	Compostos acíclicos ou carbocíclicos
D06M	Tratamento não incluído em outro local da classe d06 de fibras, linhas, fios, tecidos, penas, ou artigos fibrosos feitos com esses materiais.
C04B	Cal; magnésia; escória; cimentos; suas composições, p. ex. argamassa, concreto ou materiais de construções similares; pedra artificial; cerâmica (vidro-cerâmica desvitrificadoc03c 10/00); refratários (ligas baseadas em metais refratários c22c); tratamento da pedra natural.

Fonte: Autoria própria (2019).

Um estudo que mostrou relação com as palavras-chave pesquisadas foi "Sunscreencompositions" dos depositantes Fanizza; Juliana, Howell; Ashley L., McNamara; William E., classificado em A61Q, depositado no ano de 2009. Esse estudo relata que as composições em um filtro solar orgânico em uma combinação com partículas de nylon, partículas de sílica e partículas de sulfato de bário proporcionam uma melhoria no FPS em comparação com uma composição de outro modo idêntica sem qualquer dos três ingredientes.

Outro estudo relacionado com as palavras chaves foi "Attapulgit sunscreen cream for old people", o qual fala sobre o creme de proteção solar de atapulgita numa fórmula que compreende em sua composição a argila atalbugita, óleo de farelo de arroz, mentol, mel, óxido de zinco, dióxido de titânio do tipo rutilo, alfa-bisabolol, triglicéridocaprílico, metilparabeno, propilparabeno e uma quantidade apropriada de essência e de água desionizada. Este creme tem como vantagens: leveza, zero alergia e efeitos de prevenção de queimaduras solares, fazendo com que seus usuários se sintam confortáveis e com a pele macia após o uso deste creme, estando livres da sensação oleosa. (WU YUECUN, 2015)

Procurando-se comparar os resultados da busca de patentes com o de artigos, obteve-se que o maior número de publicações encontradas foi na base de dados Scopus. A Tabela 3 mostra o resultado para as combinações das palavras-chave utilizadas no intervalo de 10 anos (2006-2016).

Tabela 3 - Busca de artigos publicados nos bancos de dados por palavras-chave.

Palavras-chaves	Scopus	Web of Science	Scielo
<i>Tabebuia aurea</i>	3716	2158	67
Sunscreen and Clay/ Fotoprotetor and Argila	1075	1347	10
Sunscreen and Sepiolite/Fotoprotetor and Sepiolita	841	981	14
Sunscreen and Palygorskite/Fotoprotetor and Paligorsquita	52	30	11
Sunscreen and <i>Tabebuia aurea</i> /Fotoprotetor and <i>Tabebuia aurea</i>	12	17	0
Sunscreen and Clay and <i>Tabebuia</i>	0	0	0
<i>Aurea</i> /Fotoprotetor and Argila and <i>Tabebuia aurea</i>	0	0	0

Fonte: Autoria própria (2019).

De acordo com Santos e colaboradores (2015) a *Tabebuia aurea* possui propriedades antibacteriana, antiedematogênica e ausência de citotoxicidade. Ademais, esta espécie age como neutralizante para picada de cobras, além de possuir ação anti-inflamatória. (Reis et. al. 2014). Algumas pesquisas pré-clínicas com o gênero *Tabebuia* mostram capacidade antimicrobiana e antirradicalar (Vasconcelos et al., 2014; Silva et al., 2014). Estes resultados demonstram suporte aos usos medicinais tradicionais desta espécie.

Foi possível analisar os principais usos da argila sepiolita, de acordo com a busca de artigos. Notou-se que a sepiolita está bastante ligada na preparação de bionanocompósitos devido as suas relevantes propriedades mecânicas. Além disso, a mesma pode atuar como suporte de catalisadores, e suas excelentes propriedades reológicas em dispersões aquosas e em solventes orgânicos. Suas características morfológicas e superficiais únicas, favorecem o carregamento de moléculas, como fármacos, despertando o interesse de pesquisadores sobre o tema (Ruiz-Hitzky E. et al., 2013).

Em relação a paligorskita, foi possível notar sua atuação como adsorvente de metais pesados devido à sua alta área de superfície, baixo custo e compatibilidade ambiental (Cao, J.-S. et al., 2016). Silva e colaboradores (2013) revelaram que a paligorskita tem efeito cicatrizante em feridas, mostrando os benefícios do uso tópico desse material argiloso depois de esterilizado.

A sepiolita e a paligorskita são as principais argilas utilizadas em formulações cosméticas encontradas nos artigos, devido à sua alta capacidade de troca catiônica, de superfície e adsorção (CARRETERO e POZO, 2010). Conforme se observa na tabela 4, não foi obtido nenhum documento nas

combinações Sunscreen AND palygorskite, Sunscreen AND sepiolite, Sunscreen AND *Tabebuia aurea*, nas bases usadas. No entanto, alguns artigos apresentaram elementos relevantes que contribuíram para o entendimento sobre a incorporação de argilas em formulação para filtro solar.

De maneira geral, é possível notar que o Brasil possui um baixo número de documentos publicados nesta área, sendo que em relação ao número de patentes depositadas não há registros para os termos pesquisados nas bases de patentes.

4. Conclusões

A partir dos dados apresentados com a prospecção pode-se perceber uma grande quantidade dos documentos publicados envolvendo os termos "Sunscreen", "Sepiolite" e "Palygorskite", porém ao serem usados termos mais específicos como "Sunscreen and Sepiolite", "Sunscreenand Palygorskite" e "Sunscreen and *Tabebuia aurea*" não há resultados encontrados nem nas bases de dados de artigos e nem na de patentes. Além disso, é de fácil visualização a falta de estudos do Brasil neste ramo de estudos tecnológicos. Conclui-se que há uma certa urgência na realização de estudos sobre a *Tabebuia aurea*, a qual apresenta características favoráveis para tais estudos.

Referências

- Cao, J.-S., Wang, C., Fang, F., Lin, J.-X.; **Removal of heavy metal Cu(II) in simulated aquaculture wastewater by modified palygorskite**. Environmental Pollution, v. 219, p. 924-931, 2016.
- CARRETERO, M. I.; POZO, M.; Clay and non-clay minerals in the pharmaceutical and cosmetic industries Part II.Active ingredients.**Applied Clay Science**. V.47, p. 171-181. 2010.
- CHENGHONG LU; HAO WEI; CHAO LIU; JINGYOU LI; KUANXIN ZHANG.**Aerogel heat insulation composite material and preparation method thereof** .20080718 , 20 jan. 2010.
- Cursino, A.C.T., Mangrich, A.S., Gardolinski, J.E.F.D., Mattoso, N., Wypych, F.; **Effect of Confinement of Anionic Organic Ultraviolet Ray Absorbers into Two-dimensional Zinc Hydroxide Nitrate Galleries**.Journal of The Brazilian Chemical Society, vol. 22 (6), p.1183-1191, 2011.
- Dlova, N.C., Nevondo, F.T., Mwangi, E.M., Summers, B., Tsoka-Gwegweni, J., Martincigh, B.S., Mulholland, D.A.; **Chemical analysis and in vitroUV-protection characteristics of clays traditionally used for sun protection in South Africa**. PhotodermatologyPhotoimmunology and Photomedicine, vol. 29 (3), p. 164-169, 2013.
- FANIZZA; JULIANA (WARWICK, NY), HOWELL; ASHLEY L. (OAKLAND, NJ), MCNAMARA; WILLIAM E. (CHESTER, NY).**Sunscreen compositions**.9,265,715, 30 sep. 2015.

Farrell, M.J., Vandezande, G.A.; **Ultraviolet protection and light transmission properties of a cotton/spandex fabric treated with TiO₂ extender pigments**. Source of the Document AATCC Journal of Research, vol.2 (6), p. 20-25, 2015.

FERRARI, M.; OLIVEIRA, M. S.; NAKANO, A. K.; ROCHA-FILHO, P. A. **Determinação do fator de proteção solar (FPS) *in vitro* e *in viro* de emulsões com óleo de andiroba (*Carapaguianensis*)**. Rev. Bras. de Farmacognosia, v. 17, n. 4, p. 626-630, 2007.

Flor J, Davolos MR, Corrêa MA. **Protetores solares**. Quim Nova. 2007;30(1):153-8.

Hoang-Minh, T., Le, T.L., Kasbohm, J., Gieré, R.; **Substituting non-natural agents in UV-protection cream by a mixture of clay with Ganodermapfeifferi extract**. Applied Clay Science, vol. 53 (1), p. 66-72, 2011.

JUSTMANN; THOMAS (WAUPACA, WI), WEBER; MICHAEL (SUNNYVALE, CA), HOOBLER; RAY (PLEASANTON, CA), COPE; DAVID (LOS GATOS, CA), KNIGHT; TIMOTHY (RALEIGH, NC). **Methodsto increasecropyield** .8,012,911, 23 jun. 2009,.

OLIVEIRA, Ademir Kleber Morbeck de; SCHELEDER, Eloty Justina Dias; FAVERO, Silvio. **Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex. DC.)** Standal. Rev. Árvore, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1011-1018, Dec.

Paiva, J.P., Santos, B.A., Kibwila, D.M., Gonçalves, T.C., Pinto A.V., Rodrigues, C.R., Leitão, A.C., Cabral, L.M., De Pádula, M.; **Titanium dioxide-montmorillonite nanocomposite as photoprotective agent against ultraviolet B radiation-induced mutagenesis in *Saccharomyces cerevisiae*: a potential candidate for safer sunscreens**. Journal of Pharmaceutical Sciences, vol.103 (8), p. 2539-2545, 2014.

Perioli, L.; Nocchetti, M., Ambrogio, V., Latterini, L., Rossi, C., Costantino, U.; **Sunscreen immobilization on ZnAl-hydrotalcite for new cosmetic formulations**. Microporous and Mesoporous Materials, vol.107(1-2), p.180-189, 2008.

Perioli, L.¹, Ambrogio, V., Rossi, C., Latterini, L., Nocchetti, M., Costantino, U.; **Use of anionic clays for photoprotection and sunscreen photostability: Hydrotalcites and phenylbenzimidazole sulfonic acid**. Journal of Physics and Chemistry of Solids, vol. 67(5-6), p. 1079-1083, 2006.

Perioli, L.², Ambrogio, V., Bertini, B., Ricci, M., Nocchetti, M., Latterini, L., Rossi, C.; **Anionic clays for sunscreen agent safe use: Photoprotection, photostability and prevention of their skin penetration**. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics, vol. 62(2), p. 185-193, 2006.

RAMOS, M. F. S.; SANTOS, E. P.; DELLAMORA-ORTIZ, G. M. **Avaliação da atividade antissolar e estudos preliminares de fotodegradação de própolis**. Rev. Fitos, v. 5, n. 3, p. 73-84, 2010.

Reis, F.P., Senna Bonfa I.M., Cavalcante R.B., OkobaD., de Souza Vasconcelos S.B., Candeloro L., de Oliveira Filiu W.F., Duenhas Monreal A.C., da Silva V.J., Santa Rita P.H., Carollo C.A., Toffoli-Kadri, M.C.; ***Tabebuia aurea* decrease inflammatory, myotoxic and hemorrhagic activities induced by the venom of *Bothrops Neuwiedii***. J. Ethnopharmacology, v.2, n.158, p.352-37, 2014.

Ruiz-Hitzkya, E., Dardera, M., Fernandes, F. M., Wickleina, B., Alcântara, A.C.S., Aranda, P.; **Fibrous clays based bionanocomposites**. Progress in polymer science, v. 38, p. 1392-1414, 2013.

Schoubben, A., Blasi, P., Giovagnoli, S., Nocchetti, M., Ricci, M., Perioli, L., Rossi, C.; **Evaluation and optimization of the conditions for an improved ferulic acid intercalation into a synthetic lamellar anionic clay**.Source of the Document Pharmaceutical Research vol. 23 (3), p. 604-613, 2006.

Schrader, Larry E.; **Scientific basis of a unique formulation for reducing sunburn of fruits**.Hortscience, vol. 46(1), p. 6-11, 2011.

Silva, J.C., dos Santos, R.F.E.P., Caffaro, K.M.T., Veríssimo, R.C.S.S., Bernardo, T.H. L., de Araújo – Júnior, J. X.,Campesatto, E.A., Bastos, M.L.A.; **Avaliação da atividade antimicrobiana de *Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand (Ipê branco)**.Revista Enfermagem Atual in Derme, v. 68, n. 6, p.08-11, 2014.

Silva, M. L. G., Fortes, A. C., Tomé, A. R., Silva Filho, E. C., Freitas, R. M., Soares-Sobrinho, J. L., Leite, C. M. S., La Roca Soares, M. F.; **The effect of natural and organophilicpalygorskite on skin wound healing in rats**.Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, vol. 49, n. 4, 2013.

Vasconcelos, C.M., Vasconcelos, T.L.C., Póvoas, F.T.X., dos Santos, R.F.E.P., Maynard, W.H.C., de Almeida, T.G., Oliveira, J.F.S, França, A.D.D., Veríssimo, R.C.S.S., Lins, T.H., de Araújo – Júnior, J. X., Bastos, M.L.A.; **Antimicrobial, antioxidantandcytotoxicactivityofextractsof*Tabebuiaimpetiginosa*(Mart. ex DC.)Standl.**Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, v.6, n.7, p.2673-681, 2014.

Villa, C., Lacapra, C., Rosa, R., Veronesi, P., Leonelli, C.; **Ecosustainable development of novel bio-inorganic hybrid materials as UV protection systems for potential cosmetic applications**.Current Pharmaceutical Biotechnology, vol. 16 (12), p. 1070-1077, 2015.

WU YUECUN. **Attapulgit sunscreen cream for old people** .20150813, 02 dec. 2015.

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE LIGAS METÁLICAS DE COBALTO-CROMO COM BASE NO ESTUDO DAS PATENTES DEPOSITADAS

Daniella Sthepheny Carvalho Andrade¹; Paulo Roberto Queiroz de Almeida²; Valdivânia Albuquerque do Nascimento³

Resumo

Ligas metálicas são substâncias resultantes da mistura de dois ou mais elementos, entre os quais pelo menos um é metal. As ligas metálicas possuem características importantes para a indústria, características essas que os metais por si só, não possuem. O objetivo do presente estudo foi realizar uma prospecção tecnológica sobre as ligas metálicas com cromo-cobalto através da busca nas seguintes bases de dados de depósitos de patentes: European Patente Office (EPO), World Intellectual Property Organization (WIPO) e Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). A Coréia do Sul possui mais pedidos de patentes na área de ligas metálicas com cobalto-cromo. A pesquisa demonstrou que existem poucas patentes nessa área, distribuídas em diferentes países. Demonstrou também que os pedidos de depósitos vêm diminuindo nos últimos dois anos.

Palavras-chave: Prospecção tecnológica; Ligas metálicas; Cromo; Cobalto.

1. Introdução

As ligas metálicas estão diretamente ligadas aos avanços da tecnologia em diversos produtos. Pois esta possui ampla aplicação, devido a várias vantagens que o metal puro não apresenta, sendo muito duros ou excessivamente moles, ou ainda, oxidam facilmente e são quebradiços (Abdel-Fattah et al., 2010; Nef et al., 2009). As ligas podem ser preparadas de modo a adquirir as características que se quer que um metal possua para determinada aplicação. Por exemplo, o aço possui maior resistência à tração que o ferro puro e, por isso, ele é usado em peças metálicas que sofrem elevada tração, como na construção civil, na estrutura de edificações e principalmente no concreto armado. Além de diminuir o tempo e os custos envolvidos na construção, o aço fornece a resistência à tração ou à força perpendicular ao edifício, como a força dos ventos (Papageorgiou et al., 2007; Kiran et al., 2015).

As ligas metálicas, geralmente, sua formação se dá pelo aquecimento conjunto de metais até que atinjam seu ponto de fusão. Depois, solidifica-o novamente. Suas características irão depender de vários fatores como: os elementos que a formam, a proporção de cada um deles, a estrutura cristalina, bem como o tamanho e a arrumação desses cristais e os tratamentos que a liga venha a sofrer (Moharrami et al., 2013; Yfantis et al., 2007).

As ligas de cobalto-cromo são tidas como ligas de metais de base. São amplamente utilizadas campos industriais como na produção de turbinas à gás de aeronaves, como em biomédicas, por exemplo, próteses ortopédicas e dentárias, como também em stents coronários (Tsaousi et al., 2010; Daniel et al., 2006).

Elwood Haynes foi o primeiro a depositar uma patente sobre a liga. Nela, Haynes, demonstra a alta resistência da liga binária Co-Cr, como sua resistência a manchas, devido a sua característica inoxidável e permanente (Bader et al., 2008; Fricka et al., 2012). Esta liga também é resistente ao calor, desgaste e corrosão. Também possui excelente biocompatibilidade, por isso é tão utilizada na fabricação de próteses (Fox et al., 2008; Papageorgiou et al., 2008).

Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi realizar uma prospecção tecnológica obtendo informações dos pedidos de patentes existentes a nível nacional e internacional sobre a produção de ligas metálicas compostas com cobalto-cromo. Como também, traçar as tendências tecnologias, contribuindo para o mapeamento desta tecnologia.

2. Metodologia

O estudo envolveu a realização de revisão da literatura para a construção do referencial teórico e prospecção tecnológica. Foi realizada uma prospecção tecnológica pelo levantamento dos documentos de patentes relacionados às ligas metálicas com cobalto-cromo depositadas no *European Patent Office* (EPO), *World Intellectual Property Organization* (WIPO) e na base brasileira, o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).

Para a coleta das patentes, foram adotadas as seguintes palavras-chave: “liga metálica” (*alloy*) e “cobalto-cromo” (*cobalt chrome*). Durante a busca das patentes, verificou-se a existência dessas palavras-chave no título e/ou no resumo da patente. A busca foi realizada em dezembro de 2019.

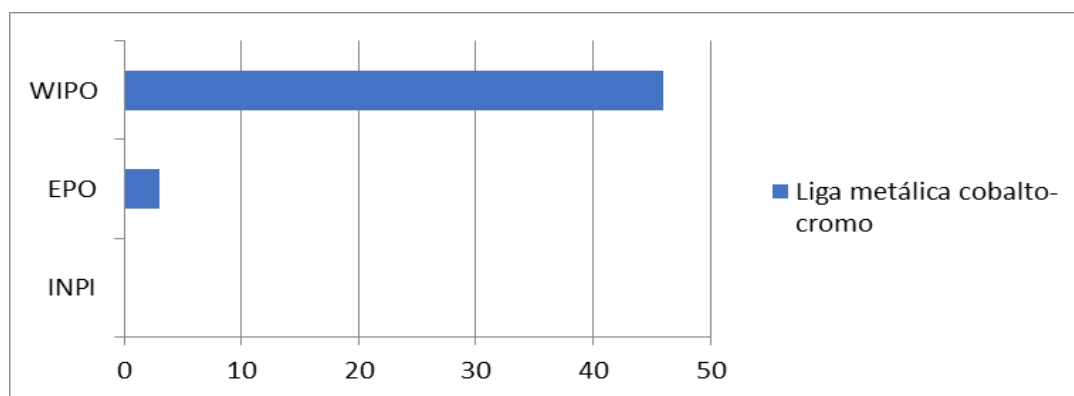
Quanto ao período de abrangência considerou as publicações entre os anos de 2005 e 2015. A escolha deste período justifica-se pela evolução cronológica de patentes do presente estudo. Após isso, os resultados encontrados foram exportados para a Microsoft Office Excel® e foram desenhados uma série de dados sintetizando os seguintes parâmetros: número de depósitos por base de patentes, país de depósito, ano de publicação e depositantes.

3. Resultados e discussão

Com a busca nos bancos de dados de patentes (EPO, INPI, e WIPO) foram encontrados um total de 3 patentes no banco de dados da EPO e 49 no WIPO utilizando as palavras chaves *alloy*, *cobalt* e *chrome*. Na

base de patentes nacional INPI, foram encontrados 15 processos utilizando a busca cobalto-cromo, mas nenhuma utilizando a associação entre liga metálica e cobalto-cromo. Ressalto que a data prioridade para a busca foi entre 2005 e 2015, visto que só possui resultados até esse período. Como demonstra a Figura 1 e a Tabela 1.

FIGURA 1: Quantidade de Patentes utilizando as palavras chaves em diferentes bases de dados.



Fonte: Autoria própria (2019).

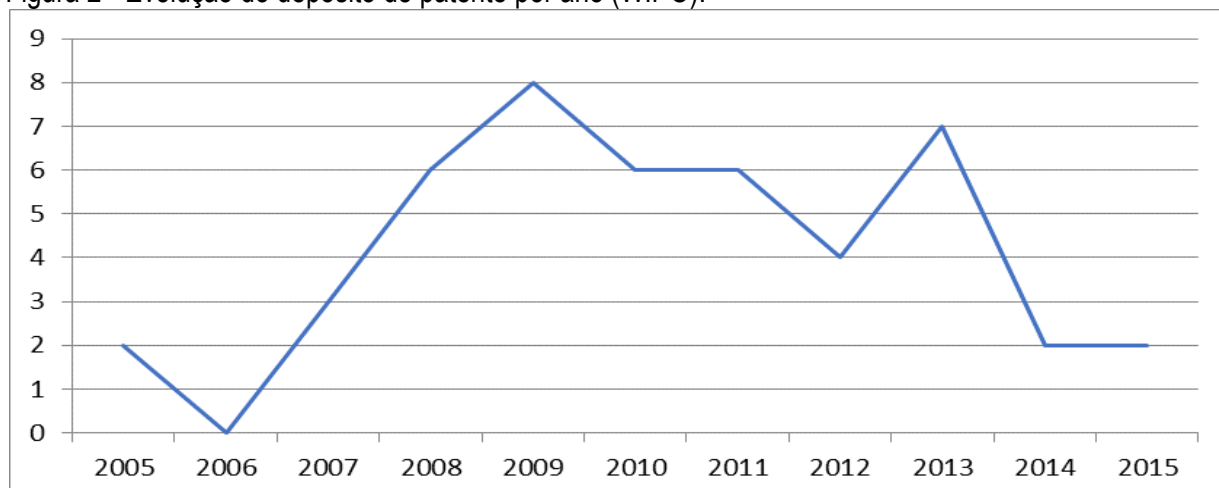
Tabela 1 - Pesquisa por patentes utilizando palavras chaves em diferentes bases de dados.

PALAVRA-CHAVE	INPI	EPO	WIPO
Liga metálica	20	7.165	136.198
Cobalto-cromo	1	5	90
Liga metálica e cobalto-cromo	0	3	46
Total	21	7.173	136.334

Fonte: Autoria própria (2019).

A partir dos documentos encontrados, foi possível relacionar as patentes identificadas com o ano de depósito. De acordo com a Figura 2, o depósito de patentes oscilou bastante no decorrer dos anos, apresentando um maior número de depósitos nos anos de 2009 e 2013. No ano de 2006 não houve depósito de patentes relacionadas a esta prospecção.

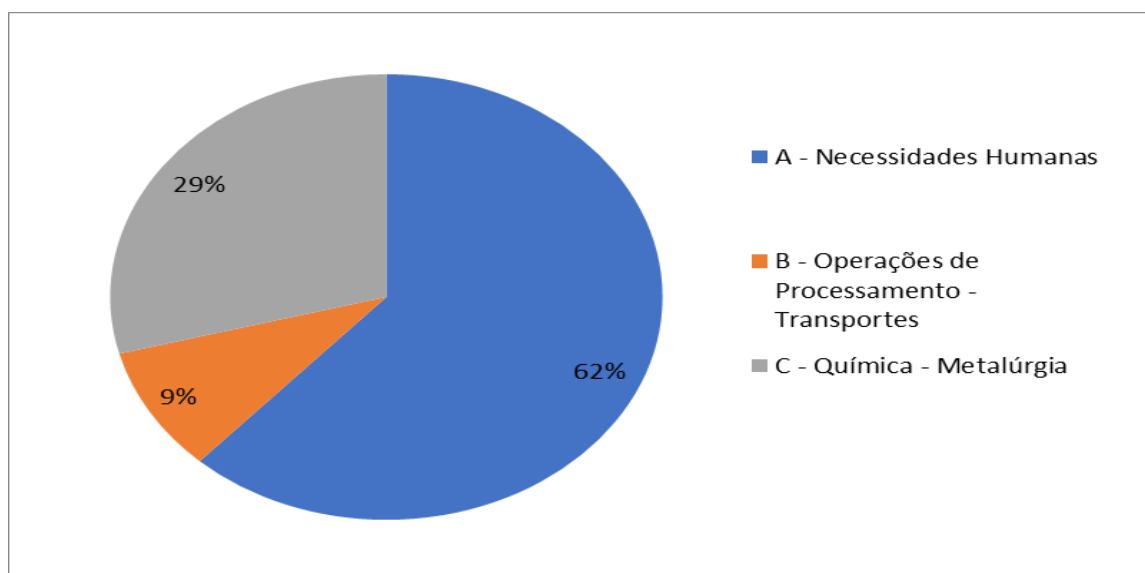
Figura 2 - Evolução do depósito de patente por ano (WIPO).



Fonte: Autoria própria (2019).

Para a identificação dos tipos de tecnologias associadas à liga Co-Cr, foram trabalhados os indicadores constantes no Código INID (51), que se refere ao número de Classificação Internacional de Patentes – CIP, mais conhecida como *International Patent Classification* – IPC. Os resultados obtidos são mostrados na figura a seguir:

Figura 3 - Patentes por seção segundo classificação IPC

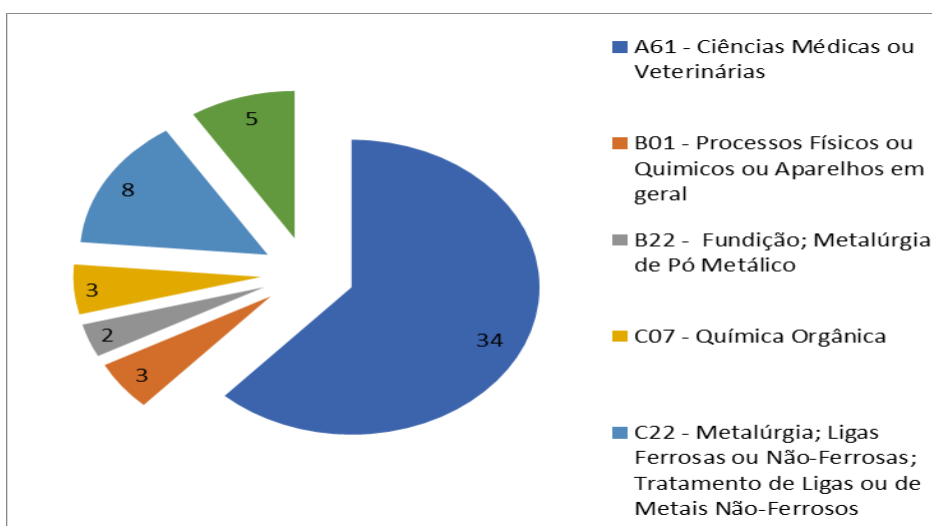


Fonte: Autoria própria (2019).

A análise constou que a grande maioria de patentes do material prospectado se encontra na seção A – Necessidades Humanas (29%), seguido da seção C – Química – Metalurgia (29%). A seção B – Operações de processamento; Transporte é a que menos possui patentes relacionadas à liga CoCr.

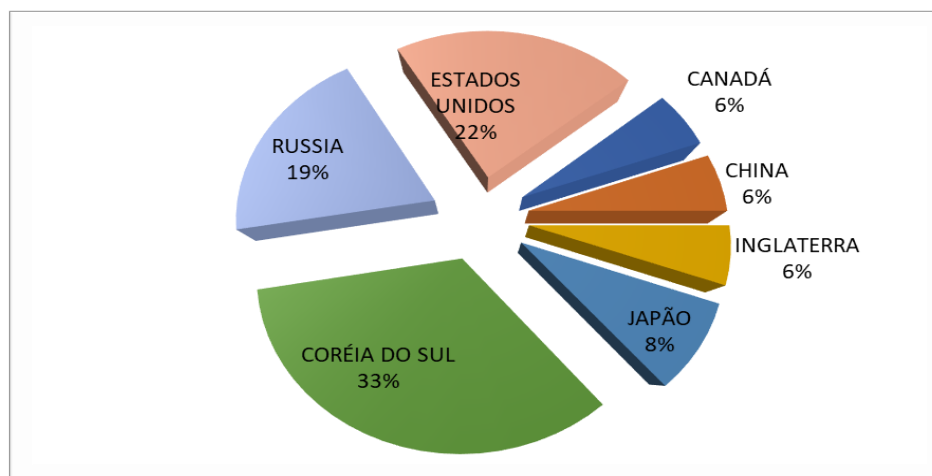
A seção A – Necessidades Humanas, todas as 34 patentes encontram-se na classe A61- ciências médicas ou veterinárias. A seção B – Operações de processamento; transporte, possui duas classes a B01 – processos físicos ou químicos ou aparelhos em geral com 3 patentes registradas e a B22 – fundição, metalurgia de pó metálico com apenas 2 patentes (Jakobsen et al., 2007). Já na seção C – química, metalurgia, foram encontradas patentes nas classes C07 – química orgânica, C22 – metalúrgia; ligas ferrosas ou não-ferrosas; tratamento de ligas ou metais não-ferrosos. Conforme mostra a figura 4.

Figura 4 - Número de patentes por classes, segundo IPC.



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 5 - Depósito de patentes por país, segundo a WIPO.



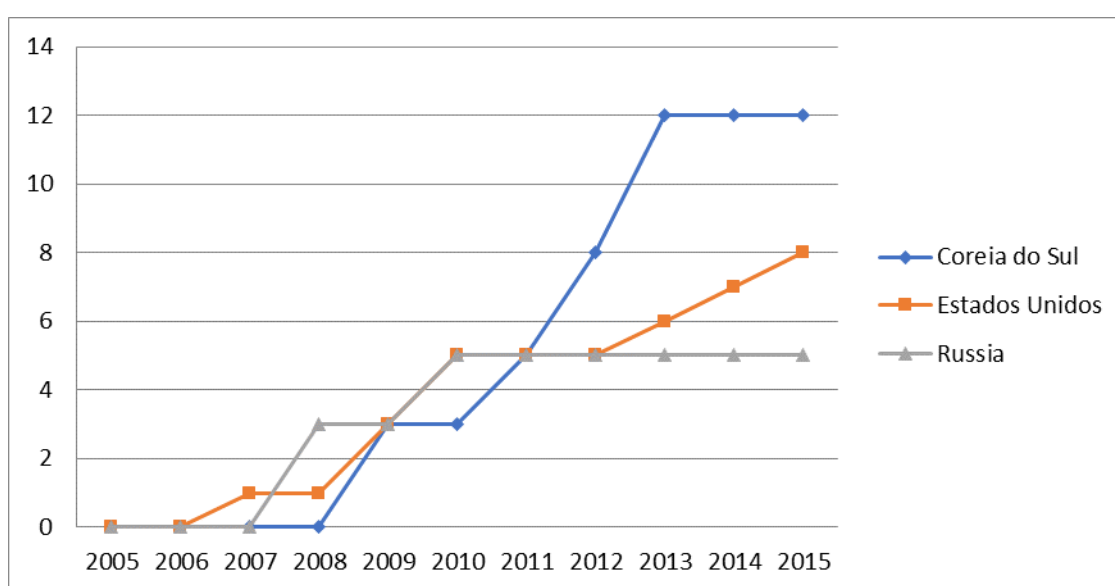
Fonte: Autoria própria (2019).

A Coreia do Sul destaca-se com 33% do total de depósito de patentes levantado na WIPO, demonstrando assim maior representatividade com o material prospectado.

Em segundo está os Estados Unidos com 22%, em terceiro a Rússia com 19%, em quarto o Japão com 8%. China, Canadá e Inglaterra são responsáveis pelo restante com 6% cada. O Brasil não aparece entre os depositantes.

O gráfico de tendência de pesquisa com o material prospectado, nos países com maior concentração de depósito de patentes, possibilita uma melhor análise dos dados mostrados anteriormente (Figura 6).

Figura 6 - Tendência de depósito de patentes (cumulativo) dos países com maiores concentrações em depósitos



Fonte: Autoria própria (2019).

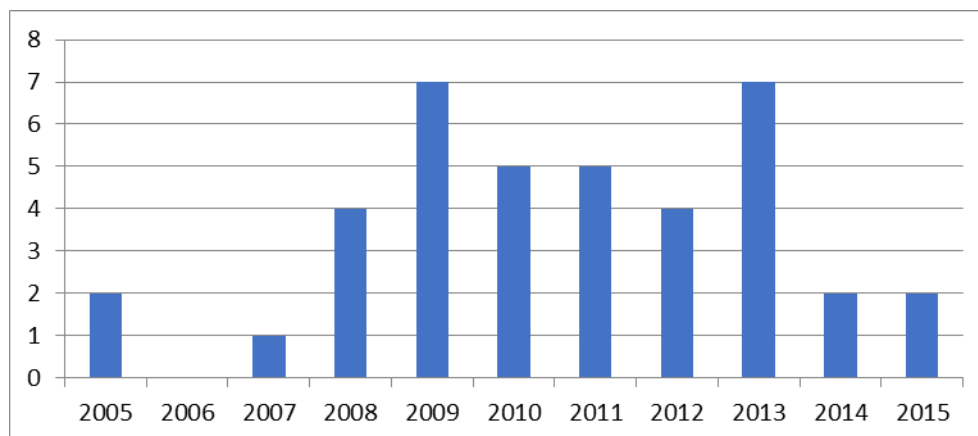
Nota-se que os Estados Unidos estiveram à frente dos demais países em pesquisa e desenvolvimento de ligas contendo cobalto-cromo, pode-se ver um aumento significativo desde 2012, indicando assim um crescimento gradual para os próximos anos.

No cenário de depósito apresentado pela curva da Coreia do Sul, pode-se ver um aumento expressivo a partir de 2008. Porém em 2014 e 2015 não houve depósito de patentes no tema prospectado. Já a Rússia, há mais de 5 anos não realiza depósitos de patente neste tema, não sinalizando investimento em P&D em ligas de cobalto-cromo (Hazlehurst et al., 2014; Mavrogenis et al., 2011).

Apesar da nenhuma representatividade no ano de 2006, e o baixo número de depósito de patentes de ligas metálicas e cromo cobalto pelos países em 2007, a Figura 7, mostra que houve um aumento no número de diferentes depositantes em 2008, de 1 para 4, e em 2009 de 4 para 7, seguido de um decréscimo de 2010 a 2012. Houve também um aumento significativo em 2013, de 4 para 7. 2014 e 2015 tiveram apenas 2

depositantes diferentes. Ou seja, isto quer dizer que mais empresas ou instituições de pesquisa estavam investindo em pesquisa no material prospectado até 2013.

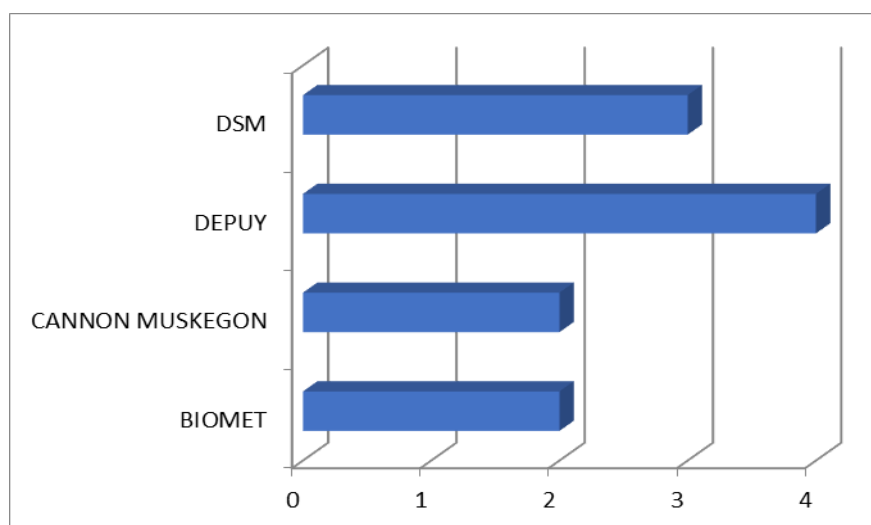
Figura 7 - Diferentes depositantes por ano (WIPO).



Fonte: Autoria própria (2019).

A Figura 6 mostra os quatro depositantes mais expressivos nos depósitos de patentes levantados por essa pesquisa. Os dados apresentados pelo gráfico podem ser úteis na identificação de parcerias para desenvolvimento de novas ligas com cromo cobalto, ou de financiadores de pesquisa, ou na identificação da empresa ou instituição que apresenta maior desempenho e investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação no material prospectado e, ainda, na identificação de possíveis interessados em resultados de pesquisas efetuadas ou em andamento.

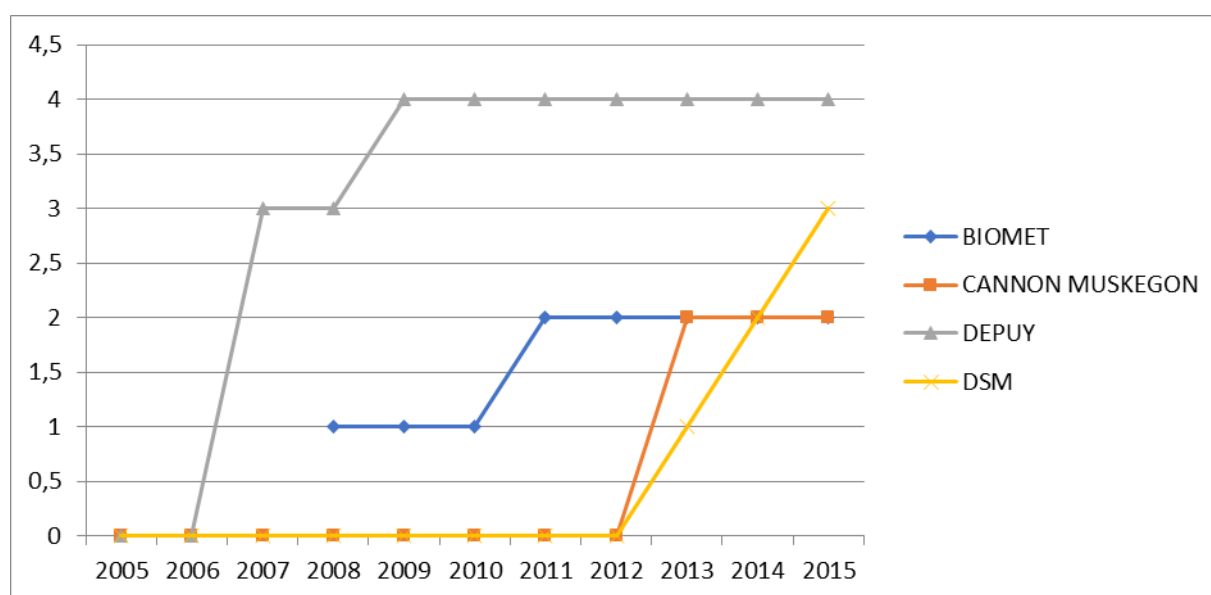
Figura 6: Os quatro depositantes com maior número de patentes depositadas (WIPO).



Fonte: Autoria própria (2019).

Contudo, a análise dos depositantes deve ser mais bem embasada para que não haja maiores surpresas na escolha de empresas para, por exemplo, tentar estabelecer parcerias. A Figura 7 mostra o gráfico de tendência de pesquisas pelos quatro depositantes mais significantes, por meio do número cumulativo de patentes depositadas ao longo do período estudado.

Figura 7 - Tendência de depósito de patentes dos depositantes.



Fonte: Autoria própria (2019).

Este gráfico permite avaliar a atuação dos depositantes ao longo dos anos em depósito de patentes em ligas reforçadas com cromo cobalto. Este gráfico, em especial, afirma a importância desta análise, visto que um dos quatro depositantes não apresenta alguma evolução no depósito de patentes há pelo menos seis anos, a Biomet está há quatro anos sem nenhum novo depósito de patente. A Cannon Muskegon há dois anos depositou sua última patente do material aqui prospectado. Restando apenas a DSM, que apresenta uma tendência promissora de desenvolvimento em pesquisas com esse material, verificada pela curva crescente de evolução de depósito de patentes.

Sendo assim, empresa(s) que estejam investindo atualmente em pesquisa e desenvolvimento do produto de interesse podem ser facilmente identificadas e tidas como oportunidade para desenvolvimento de parcerias das demais possibilidades mencionadas anteriormente ou podem ser identificadas como ameaça para empresas e/ou instituições de pesquisa.

Já o cenário das empresas que se mostram estagnadas em investimentos nesta pesquisa, pode ser uma oportunidade para avanço de pesquisas na área, devido à falta de concorrentes; ou este cenário pode

também ser avaliado como indicação de que o material prospectado apresenta baixa significância para o futuro.

Neste caso, estudos mais aprofundados acerca dos motivos pelos quais as empresas pioneiras no depósito de patentes pararam de investir devem ser realizados, bem como buscar descobrir o porquê da DSM estar investindo em pesquisas na área.

4. Conclusão

Este artigo buscou apresentar, por meio de um exemplo concreto de estudo prospectivo tecnológico do tipo busca da anterioridade, como a prospecção tecnológica pode atuar no planejamento de pesquisas e desenvolvimento de novos materiais.

Com os resultados obtidos foi possível concluir que existem poucas patentes relacionadas a ligas com cobalto cromo, demonstrando assim que existe pouca inovação com tal material.

Os resultados do estudo de prospecção montaram o cenário de desenvolvimento tecnológico da liga reforçada com cromo-cobalto, no qual podem ser identificados que a evolução da pesquisa e desenvolvimento do material a partir de 2007, atingindo seu auge em 2009; que a Coréia do Sul é o país com maior número de patentes depositadas; que a curva de tendência de pesquisa e desenvolvimento por país apresentou que nos últimos dois anos o crescimento vem acontecendo de maneira amena; não obstante, a pesquisa revelou que em 2013 houve um aumento no número de diferentes depositantes – de 4, em 2012, para 7.

Podem-se verificar as empresas depositantes de patentes mais expressivas, com identificação do Depuy, sendo a detentora do maior número de patentes depositadas, e a DSM como o instituto com maior tendência futura de investimentos em P&D em ligas com cobalto-cromo.

No âmbito do planejamento, estes estudos se mostraram como ferramenta de apoio ainda na fase de viabilidade do projeto, pois o panorama do material prospectado possibilita uma análise da tendência futura de pesquisas na área prospectada. As informações aqui apresentadas geraram conhecimento que fomentam o processo de tomada de decisão quanto às ações a serem tomadas para saber se é viável investir em pesquisa, desenvolvimento e inovação nas ligas metálicas compostas por cobalto-cromo.

Referências

ABDEL-FATTAH, Tarek M.; LOFTIS, Jon Derek; MAHAPATRO, Anil. Ionic liquid electropolishing of metal alloys for biomedical applications. **ECS Transactions**, v. 25, n. 19, p. 57-61, 2010.

BADER, R. et al. Alternative materials and solutions in total knee arthroplasty for patients with metal allergy. **Der Orthopade**, v. 37, n. 2, p. 136-142, 2008.

DANIEL, J. et al. The effect of the diameter of metal-on-metal bearings on systemic exposure to cobalt and chromium. **The Journal of bone and joint surgery. British volume**, v. 88, n. 4, p. 443-448, 2006.

FOX, P. et al. Interface interactions between porous titanium/tantalum coatings, produced by Selective Laser Melting (SLM), on a cobalt–chromium alloy. **Surface and Coatings Technology**, v. 202, n. 20, p. 5001-5007, 2008.

FRICKA, Kevin B. et al. Metal-on-metal local tissue reaction is associated with corrosion of the head taper junction. **The Journal of arthroplasty**, v. 27, n. 8, p. 26-31. e1, 2012.

HAZLEHURST, Kevin Brian; WANG, Chang Jiang; STANFORD, Mark. A numerical investigation into the influence of the properties of cobalt chrome cellular structures on the load transfer to the periprosthetic femur following total hip arthroplasty. **Medical engineering & physics**, v. 36, n. 4, p. 458-466, 2014.

JAKOBSEN, Stig S. et al. Effects of as-cast and wrought Cobalt-Chrome-Molybdenum and Titanium-Aluminium-Vanadium alloys on cytokine gene expression and protein secretion in J774A. 1 macrophages. **Eur Cell Mater**, v. 14, p. 45-54, 2007.

KIRAN, Manish; BOSCAINOS, Petros J. Adverse reactions to metal debris in metal-on-polyethylene total hip arthroplasty using a titanium-molybdenum-zirconium-iron alloy stem. **The Journal of arthroplasty**, v. 30, n. 2, p. 277-281, 2015.

MAVROGENIS, Andreas F.; PAPAGELOPOULOS, Panayiotis J.; BABIS, George C. Osseointegration of cobalt-chrome alloy implants. **Journal of long-term effects of medical implants**, v. 21, n. 4, 2011.

MOHARRAMI, N. et al. Why does titanium alloy wear cobalt chrome alloy despite lower bulk hardness: A nanoindentation study?. **Thin Solid Films**, v. 549, p. 79-86, 2013.

NEF, Holger M. et al. Cobalt–chrome MULTI-LINK VISION™-stent implantation in diabetics and complex lesions: results from the DaVinci-Registry. **Clinical research in cardiology**, v. 98, n. 11, p. 731, 2009.

PAPAGEORGIOU, I. et al. Macrophages detoxify the genotoxic and cytotoxic effects of surgical cobalt chrome alloy particles but not quartz particles on human cells in vitro. **Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis**, v. 643, n. 1-2, p. 11-19, 2008.

PAPAGEORGIOU, Iraklis et al. Genotoxic effects of particles of surgical cobalt chrome alloy on human cells of different age in vitro. **Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis**, v. 619, n. 1-2, p. 45-58, 2007.

TSAOUSHI, Aikaterini; JONES, Eric; CASE, Charles P. The in vitro genotoxicity of orthopaedic ceramic (Al₂O₃) and metal (CoCr alloy) particles. **Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v. 697, n. 1-2, p. 1-9, 2010.

YFANTIS, Constaninos et al. Analytical and Electrochemical Evaluation of the in vitro corrosion behavior of Nickel-chrome and Cobalt-chrome casting alloys for metal-ceramic restorations. **European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry**, v. 15, n. 1, p. 33, 2007.

Capítulo 10

73

MAPEAMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO SOBRE A UTILIZAÇÃO DO COMPÓSITO DE HIDROXIAPATITA E NANOTUBOS DE CARBONO**Millena de Cassia Sousa e Silva¹; Yvo Borges da Silva²; Valdivânia Albuquerque do Nascimento³****Resumo**

As biocerâmicas de fosfato de cálcio, dentre elas a hidroxiapatita (HA), estão sendo pesquisadas e cada vez mais utilizadas em procedimentos para reconstrução e recomposição tecidual, devido às suas características, propriedades e ainda, por sua semelhança estrutural, química e física com a matriz mineral óssea. Levando em consideração a importância que a hidroxiapatita, esse trabalho tem como objetivo realizar uma busca na literatura de patentes/estudos relacionados a aplicação de argilas em biomateriais. Para conhecimento de dados científicos, realizou-se busca de artigos e patentes nas bases de patentes no European Patent Office (EPO), United States Patent and Trademark (USPTO), World Intellectual Property Organization (WIPO) e no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) do Brasil. E nos bancos de dados Web of Science, Scopus, Capes e site Science Direct. Para os termos: Hydroxyapatite, Carbon Nanotubes, Composite, foram encontrados 24 patentes na base WIPO, 6 na base dos Estados Unidos (USPTO), 8 patentes na base europeia ESPACENET, e nenhuma na base brasileira INPI, totalizando 38 patentes. A classificação internacional (CIP) abrangeu diversas áreas tendo como principais artigos foram sobre a vasta área de cerâmicas e quais suas possíveis aplicações quando relacionadas com as necessidades humanas. As principais CIP com maior quantidade de patentes relacionadas encontradas foram: A61L27, sobre materiais empregados para o desenvolvimento de próteses ou revestimento das mesmas; C04B35, referente a produtos criados com cerâmica como sua principal composição. Com a busca de anterioridade foi possível perceber o quão importante é o uso das biocerâmicas para o desenvolvimento da medicina.

Palavras-chave: Biomateriais; Biocerâmicas e Nanotubos de Carbono.

1. Introdução

A utilização de materiais sintéticos, para substituição ou aumento dos tecidos biológicos, sempre foi uma grande preocupação nas áreas médica e odontológica. Para este fim, são confeccionados diversos dispositivos a partir de metais, cerâmicas, polímeros e, mais recentemente, compósitos. Na realidade, nem sempre são novos materiais no sentido estrito da palavra, são materiais dos quais se utilizam novas propriedades obtidas mediante diferentes composições químicas ou processos de fabricação (GUASTALDI, 2003).

Biomaterial é definido como qualquer substância ou combinação de substâncias que não sejam drogas ou fármacos, de origem natural ou sintética, que podem ser usadas durante qualquer período de tempo, como parte ou como todo de sistemas que tratam, aumentam ou substituem quaisquer tecidos, órgãos ou funções do corpo (WILLIAMS, 1987).

Os primeiros estudos sobre a utilização de materiais cerâmicos como biomateriais começaram com Albee, em 1930, utilizando uma cerâmica de fosfato tricálcico para regenerar um defeito ósseo e para a formação de osso novo (ALBEE, 1920). As biocerâmicas de fosfato de cálcio, dentre elas a hidroxiapatita (HA), estão sendo pesquisadas e cada vez mais utilizadas em procedimentos para reconstrução e recomposição tecidual, devido às suas características e propriedades, principalmente biocompatibilidade, osteocondutibilidade, osteoindutibilidade intrínseca e, ainda, por sua semelhança estrutural, química e física com a matriz mineral óssea (STORZ, 2001). Estas biocerâmicas de fosfatos podem ser transformadas em cerâmicas biocompatíveis e osteocondutoras (isto é, com capacidade para fazer com que o crescimento ósseo ocorra sobre a superfície dos poros do material) (PHAM, 2000).

A grande aceitação das biocerâmicas à base de sais de fosfato de cálcio deve-se, principalmente, ao seu alto grau de biocompatibilidade, que está relacionada com a sua similaridade química a dos materiais normalmente encontrados no tecido ósseo (Davies, 1990). Entre as cerâmicas com melhor desempenho, estão os biovidros, a alumina, o beta- fosfato tricálcico (β -TCP) e a hidroxiapatita (HAp) (HENCH, 1991).

A hidroxiapatita é o constituinte mineral natural encontrado no osso representando de 30 a 70% da massa dos ossos e dentes. A hidroxiapatita sintética possui propriedades de biocompatibilidade e osteointegração, o que a torna substituta do osso humano em implantes e próteses (EANNES, 1980). A hidroxiapatita ocorre raramente na natureza, porém sua estrutura é similar a fluorapatita (com o grupo OH⁻ ocupando os sítios do F⁻). Esses minerais ocorrem como constituintes de várias rochas ígneas e metamórficas, especialmente em calcários cristalinos (ELLIOT, 1994).

Os nanotubos de carbono apresentam propriedades eletrônicas, óticas e mecânicas muito interessantes (DRESSELHAUS, 2001). Desta forma, esses materiais têm sido usados na confecção de diferentes tipos de dispositivos, como emissores de elétrons para mostradores, sensores de gases e sensores biológicos, pontas para microscópio de força atômica (AFM) e, quando combinados a outros materiais, como polímeros e fibras, servem como elementos de reforço formando compósitos com excelentes propriedades mecânicas (DAI, 2002). Um nanotubo de carbono é conceitualmente construído como sendo formado a partir de uma folha de grafite (grafeno) enrolada em forma cilíndrica, com “um átomo de espessura” (SAITO, 1998).

Levando em consideração a importância que a hidroxiapatita possui por conseguir ser compatível com o organismo humano e que os nanotubos de carbono podem reforçar suas propriedades, criando assim um Biomaterial melhor, esse trabalho procura fazer uma busca sobre o desenvolvimento dessa tecnologia.

Metodologia

Para o desenvolvimento do trabalho, primeiramente foi definida a área de pesquisa que seria avaliada, posteriormente se fez necessária uma busca de estado da técnica para saber se já existe algum trabalho sobre o tema escolhido, em seguida foram utilizados termos para fazer um refinamento na pesquisa e chegar

na aplicação desejada. Para a busca nos bancos de dados foram utilizados termos em inglês “Hydroxyapatite, Carbon Nanotubes, Composite, Biomaterials” para os bancos de dados (Espacenet, Uspto e WIPO) e em português (INPI), nos bancos de dados relacionados a artigos, foram usadas as mesmas palavras-chaves nos seguintes bancos de dados (Periódicos da Capes, Web of Science e Scopus) e na plataforma do site (Science Direct). Com base nos dados encontrados foi possível criar gráficos para analisar de forma clara e concisa os resultados obtidos. Foram gerados gráficos relacionados aos países nos quais as patentes foram depositadas, ao ano de publicação dessas patentes, de acordo com a classificação internacional e por instituição detentoras das patentes. A pesquisa foi realizada em dezembro de 2019 e investigando a compatibilidade e os benefícios da hidroxiapatita com o corpo humano.

3. Resultados e discussão

Ao final da realização da pesquisa sobre patentes foi encontrado 5 depósitos em um dos bancos de dados utilizados na pesquisa, mostrando que área da pesquisa é inovadora devido à pouca quantidade de patentes encontradas. Com o termino da busca foi possível construir a seguinte tabela com as quantidades de patentes encontradas nos bancos de dados utilizados e citados anteriormente (EPO, USPTO, WIPO e INPI).

Tabela 1: Mapeamento de patentes com palavras chave utilizadas na busca nos bancos de dados.

Palavras-Chave	WIPO	EPO	USPTO	INPI
<i>Hydroxyapatite</i>	6.249	7.505	599	91
<i>Hydroxyapatite and “Carbon Nanotubes”</i>	41	18	7	0
<i>Hydroxyapatite and “Carbon Nanotubes” and Composite</i>	24	8	6	0
<i>Hydroxyapatite and “Carbon Nanotubes” and Composite and Biomaterials</i>	0	0	5	0

Fonte: Autoria própria (2019).

Os 5 depósitos encontrados com os termos finais são relacionados com próteses ortopédicas e ortodônticas utilizando hidroxiapatita e nanotubos de carbono para um melhor desempenho, elas foram encontradas no banco de dados USPTO, mostrando que a aplicação dessa tecnologia ainda está em fase desenvolvimento. Para os termos: Hydroxyapatite, Carbon Nanotubes, Composite, foram encontrados 24 patentes na base WIPO, 6 na base dos Estados Unidos (USPTO), 8 patentes na base europeia ESPACENET,

e nenhuma na base brasileira INPI, totalizando 38 patentes. Usando as palavras-chave: Hydroxyapatite, Carbon Nanotubes, Composite, Biomaterials, foram encontradas apenas 5 patentes no banco de dados USPTO, nos demais bancos de dados não foi encontrado nenhuma patente depositada. Os resultados foram encontrados em dezembro de 2019.

O trabalho também exigiu uma busca nos bancos de dados detentores de artigos (Web of Science, Scopus e Periódicos da Capes) e na plataforma do site (Science Direct). Foram utilizados os mesmos termos na pesquisa de patentes “Hydroxyapatite, Carbon Nanotubes, Composite, Biomaterials” e com os termos finais foi possível encontrar 105 artigos publicados, dentre eles apenas 1 no Periódicos da Capes, intitulada como “Deposição eletroforética de revestimento composto por HA / MWNTs para aplicações de biomateriais”, sobre utilização da hidroxiapatita como fotocatalisador, e foi publicado em 2008. Ao final da busca outra tabela foi criada, com o cruzamento das palavras-chave e a quantidade de artigos publicados nos bancos de dados.

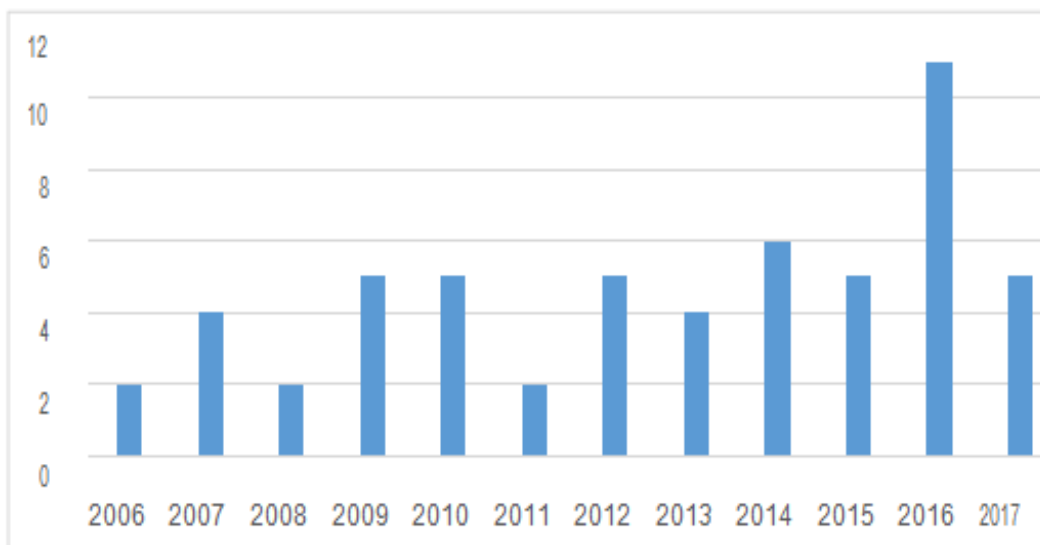
Tabela 2: Mapeamento de artigos com palavras chave utilizadas na busca na pesquisa.

Palavras-Chave	Web of Science	Science Direct	Scopus	Periódicos da Capes
<i>Hydroxyapatite</i>	40.798	11.431	43.177	42.544
<i>Hydroxyapatite and “Carbon Nanotubes”</i>	485	106	338	383
<i>Hydroxyapatite and “Carbon Nanotubes” and Composite</i>	337	75	222	49
<i>Hydroxyapatite and “Carbon Nanotubes” and Composite and Biomaterials</i>	58	14	32	1

Fonte: Autoria própria (2019).

Na figura 01 observa-se o número de artigos publicados e encontrados no banco de dados Web of Science, relacionados com o ano de publicação sobre o uso de compósitos a partir de hidroxiapatita e nanotubos de carbono aplicados em biomateriais.

Figura 01: Número de artigos publicados em relação ao ano, com as palavras-chave “Hydroxyapatite and “Carbon Nanotubes” and Composite and Biomaterials”.

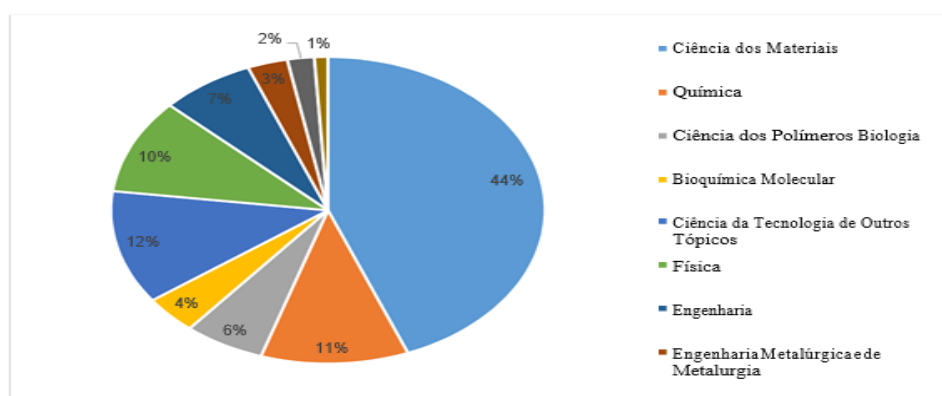


Fonte: Autoria própria (2019). Banco de dados (Web os Science).

Ao observar o gráfico, podemos ver que a área começou a ser pesquisada há mais de 10 anos e que teve um desenvolvimento irregular, nesse espaço de tempo é possível notar que os anos com menos publicações são 2006, 2008 e 2011. O ano de 2016 obteve um destaque pois houveram 11 publicações.

Em seguida foi elaborado um gráfico especificando as áreas abordadas nos artigos encontrados, foram utilizados o banco de dado Web of Science, afim de entender como a pesquisa está se desenvolvendo no mundo, qual a direção que ela está seguindo e qual a área que mais se interessa no assunto.

Figura 02: Áreas de pesquisa dos artigos encontrados com as palavras-chave “Hydroxyapatite and “Carbon Nanotubes” and Composite and Biomaterials”.



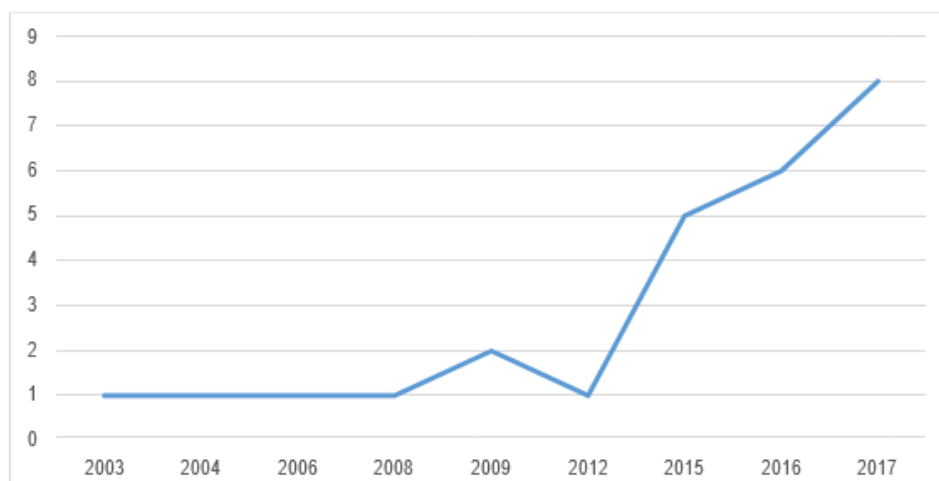
Fonte: Autoria própria (2019).

Com base na pesquisa das possíveis áreas de atuação do compósito derivado de hidroxiapatita e nanotubos de carbono, observa-se destaque em três grandes áreas respectivamente de acordo com o destaque: Ciência dos Materiais, Química e Engenharia. As áreas obtiveram destaque devido desenvolverem trabalhos relacionados com aplicações em biomateriais e por serem voltadas pra área de desenvolvimento de materiais.

Na área de Ciência dos Materiais, os estudos são voltados para cerâmicas, metais, polímeros, compósitos e biomateriais. Devido essa divisão existe uma enorme busca por materiais biocompatíveis, e como a hidroxiapatita é uma biocerâmicas é bastante explorada na área.

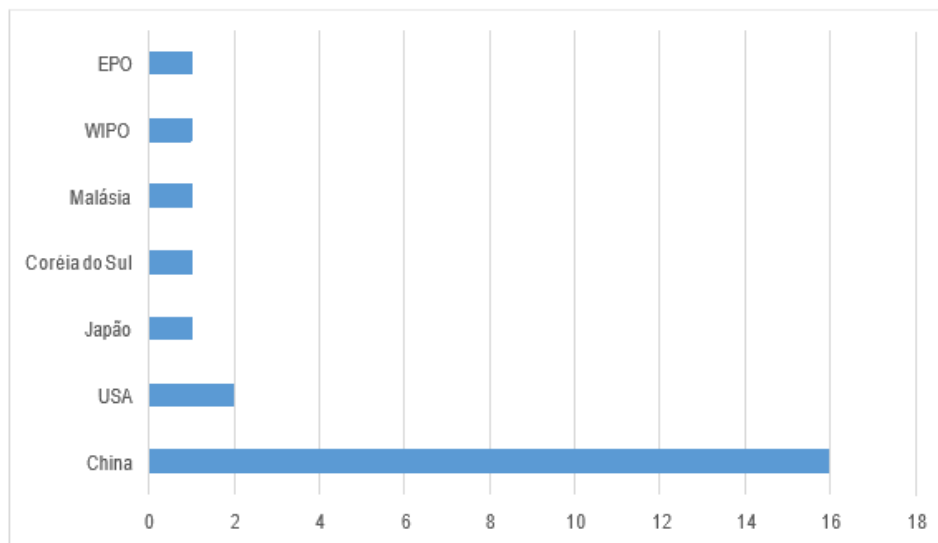
A figura 03 apresenta o número de patentes depositadas por ano, com base no banco de dados WIPO, utilizando as palavras-chave “*Hydroxyapatite and “Carbon Nanotubes” and Composite*”.

Figura 03: Número de patentes depositadas por ano.



Fonte: Autoria própria (2019).

O gráfico de depósitos por ano de publicação teve como objetivo de verificar a evolução anual em depósito, concluindo que houve um crescimento irregular. Na figura 03 é possível verificar que a primeira patente foi depositada em 2003, com o título de “Material Composto de Hidroxiapatita/nanotubos de Carbono e seu Processo de Preparo.”, foi depositada pela Universidade Shandong, na China. Percebe-se que os pedidos de depósitos ocorreram a partir do século XX, provando ser um momento característico de grande desenvolvimento científico e tecnológico para a área de busca. No ano de 2009 encontrou-se duas patentes depositadas e em 2017 foram depositadas o maior número de patentes, totalizando 8 depósitos mostrando um crescimento na área no decorrer do tempo.

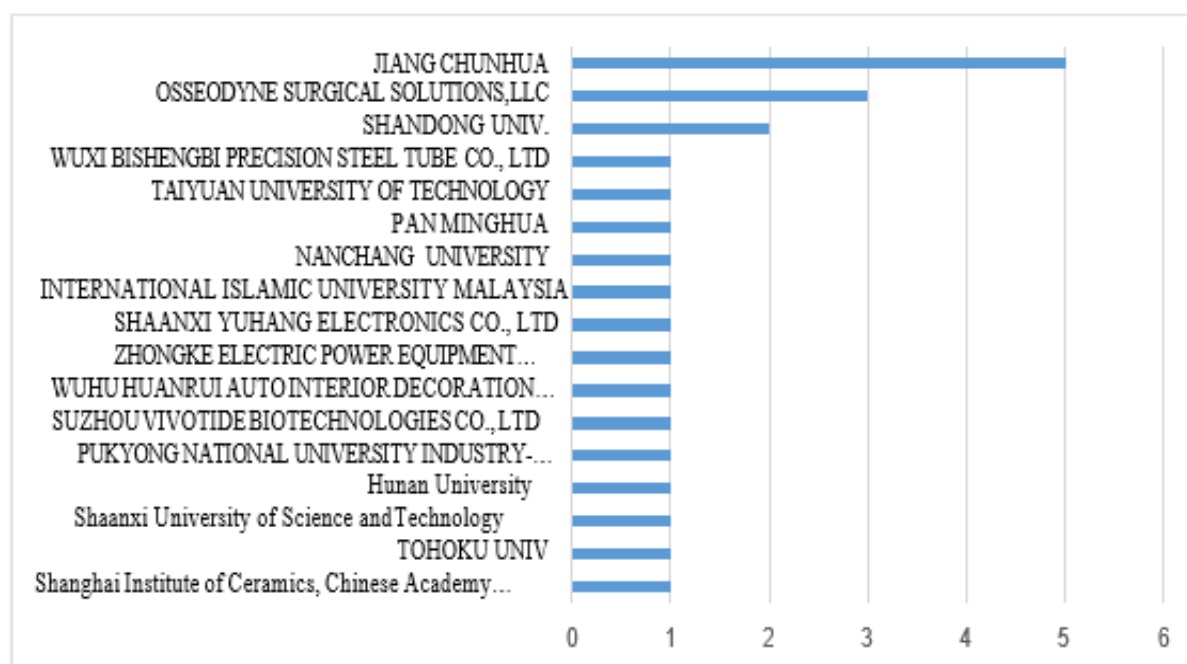
Figura 04: Número de patentes depositadas por país.

Fonte: Autoria própria (2019). Banco de dados WIPO.

Já de acordo com os países de origens das patentes depositadas, a figura 04 apresenta os países depositantes das patentes encontradas no banco de dados WIPO com as palavras-chave *“Hydroxyapatite and “Carbon Nanotubes” and Composite”*. Analisando o gráfico de patentes depositadas por países, podemos perceber que o país que mais possui número de depósitos referente a materiais compósitos com hidroxiapatita e nanotubos de carbono é a China, provavelmente por ser uma potência mundial e muito presente na área da tecnologia, evidenciando que o interesse desse país em proteger o uso desse material.

É a Classificação Internacional de Patentes (CIP), que é base para a elaboração de estatísticas sobre propriedade industrial, que permitam a avaliação do desempenho tecnológico em diversas áreas. As principais CIP encontradas foram: C04B35, referente a produtos criados com cerâmica como sua principal composição; A61L27, sobre materiais empregados para o desenvolvimento de próteses ou revestimento das mesmas; e C08L27 de fibras artificiais.

A seguir figura 5 mostra as instituições com depósitos de patentes referentes as palavras-chaves *“Hydroxyapatite and ‘carbon nanotubes’ and composite”* no banco de dados WIPO, ilustrando que o maior depositante é o pós doutor Jiang Chunhua que trabalha na área da biofísica depositou o maior número de patentes relacionados a área, seguido de algumas instituições como: Osseodyne Surgical Solutions e Shandong Univ.

Figura 05: Instituições responsáveis pelos depósitos de patentes.

Fonte: Autoria própria (2019).

4. Conclusões

Os dados apresentados com a prospecção mostraram que o uso de nanotubos de carbono com hidroxiapatita aplicados em já é conhecido e já possuem estudos sobre o assunto, porém possui poucas patentes depositadas, tornando essa área de aplicação inovadora. A disseminação desses materiais é de suma importância devido a sua grande relevância em aplicações tecnológicas. O país que mais possui patentes depositadas é a China quando relacionadas a pesquisa, as patentes encontradas nessa área são de próteses ortopédicas e ortodônticas.

A classificação internacional abrangeu a área de biomateriais relacionados com hidroxiapatita. Ao realizar a busca com os termos “Hydroxyapatite and “carbon nanotubes” and composite and biomaterials” foi possível encontrar 5 patentes que correlacione aos termos, neste sentido, considera-se importante a disseminação dessa tecnologia.

Referências

- ALBEE, Fred H. Studies in bone growth: triple calcium phosphate as a stimulus to osteogenesis. *Annals of surgery*, v. 71, n. 1, p. 32, 1920.
- DAVIRE, J. E. The bone material interface. University of Toronto Press. 1990.

DRESSELHAUS, M. S.; Dresselhaus, G.; Avouris, P.; Carbon Nanotubes: Synthesis, Structure, Properties, and Applications Topics in Applied Physics, Springer-Verlag: New York, 2001, vol. 80.

DAI, H. J.; Surf. Sci. 2002, 500, 218.

EANES, E. D. Program Crystal Growth Characteristics. vol. 3, p. 3-15, 1980.

ELLIOT, J. C. Structure and chemistry of the Apatites and other Calcium Orthophosphates. Studies in inorganic chemistry v. 18, Elsevier Science B.V. 1994.

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

HENCH, Larry L. Bioceramics: from concept to clinic. Journal of the american ceramic society, v. 74, n. 7, p. 1487-1510, 1991.

SAITO, R.; Dresselhaus, G.; Dresselhaus, M. S.; Physical Properties of Carbon Nanotubes, Imperial College Press: London, 1998.

STORZ, O.; Gasthuber, H.; Woydt, M.; Surf. Coat. Technol. 2001, 76, 140

PHAM, M. T.; Maitz, M. F.; Matz, W.; Reuther, H.; Richter, H.; Steiner, G.; Thin Solid Films 2000, 1, 379.

WILLIAMS, D. F.; Definitions in Biomaterials, Elsevier: Amsterdam, 1987

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 978-65-80476-52-7



9 786580 476527 >