



MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
Coordenação Geral de Estudos, Projetos e Disseminação da Informação Tecnológica - CEPIT
Diretoria de Patentes, Programas de Computador e Topografia de Circuitos Integrados - DIRPA



Radar Tecnológico

**Nanotecnologia aplicada a equipamentos e
suprimentos médicos, hospitalares e
odontológicos (EMHO)**

Rio de Janeiro
2017

Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI
Presidente: Luiz Otávio Pimentel

Diretoria de Patentes, Programas de Computador e Topografia de Circuitos Integrados - DIRPA
Júlio César Castelo Branco Reis Moreira

Coordenação Geral de Estudos, Projetos e Disseminação da Informação Tecnológica - CEPIT
Alexandre Lopes Lourenço

Divisão de Estudos e Projetos - DIESP
Cristina D'Urso de Souza Mendes Santos

Autores

Flávia Romano Villa Verde
Priscila Rohem dos Santos
Irene von der Weid

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Economista Claudio Treiguer - INPI

V712m Villa Verde, Flávia Romano.

Nanotecnologia aplicada a equipamentos e suprimentos médicos, hospitalares e odontológicos (EMHO) / Flávia Romano Villa Verde, Priscila Rohem dos Santos e Irene von der Weid. Rio de Janeiro: Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, Diretoria de Patentes - DIRPA, Coordenação-Geral de Estudos, Projetos e Disseminação de Informação Tecnológica – CEPIT, Divisão de Estudos e Projetos – DIESP, 2017.

Radar Tecnológico - n. 13; 18 f.; il.; tabs.

1. Informação Tecnológica – Patente. 2. Informação Tecnológica – Nanotecnologia. 3. Informação Tecnológica - Equipamentos médicos. 4. Informação Tecnológica – Odontologia. 5. Informação Tecnológica – Órteses e próteses. I. Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Brasil). II. Santos, Priscila Rohem dos. III. von der Weid, Irene. IV. Título.

CDU: 347.771:620



1 INTRODUÇÃO

A Coordenação Geral de Estudos, Projetos e Disseminação da Informação Tecnológica do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI)¹ elabora o Radar Tecnológico, um produto que aborda a informação tecnológica de patentes em formato amigável, buscando facilitar seu entendimento e uso efetivo. O referido Radar tem como foco a análise de tecnologias/setores elencados como prioritários pelo governo brasileiro.

O Radar Tecnológico é apresentado em dois formatos: i) versão resumida, que consiste na apresentação dos resultados por meio de infográfico; e esta ii) versão estendida, que, além dos dados da versão resumida, traz a descrição da metodologia empregada e algumas inferências sobre os resultados apresentados. Ambas as versões estão disponíveis no Portal do INPI¹. O presente Radar Tecnológico tem como escopo apresentar o desenvolvimento tecnológico da nanotecnologia aplicada aos equipamentos e suprimentos (insumos) médicos, hospitalares e odontológicos no Brasil e no mundo através da análise dos documentos de patente deste setor tecnológico.

1.1. Equipamentos médicos, hospitalares e odontológicos (EMHO)

A indústria de equipamentos médicos, hospitalares e odontológicos permeia diversos setores econômicos e do conhecimento. Segundo descrito na literatura, a indústria de EMHO pode ser dividida em seis subsetores (Roco 2007; Miles & Leite, 2010; Pieroni, Reis & Souza 2010). O primeiro é referente a **área laboratorial** que abarca a utilização e fabricação de produtos para exeme clínico; reagentes; microscópios; centrífugas; sistemas coletores, tubos, pipetas; etc. O segundo subsetor é pertinente a **radiologia e diagnóstico de imagem** que abrange aparelhos de raio-X, simuladores de radioterapia e braquiterapia entre outros. Os **equipamentos médico-hospitalares** são o terceiro subsetor que compreende, por exemplo, aparelhos eletromédicos, instrumentos cirúrgicos, fisioterápicos, cozinhas e lavandarias hospitalares. Para este subgrupo podemos destacar a mesa cirúrgica, bisturi elétrico, ventilador pulmonar, aparelho para tomografia, ressonância e ultrassom. O quarto subsetor compreende os **implantes**, que se refere à produtos implantáveis de usos ortopédicos; cardíacos e neurológicos. Como exemplo, pode-se citar próteses ou implantes que são componentes artificiais para suprir necessidades do corpo como marca-passo; válvulas; etc. O quinto subsetor é o de **materiais para consumo médico-hospitalar** que envolve material de consumo hipodérmico, como agulhas, seringas, têxteis, etc. O último subsetor se refere aos produtos **odontológicos**, onde destacam-se resinas, amálgamas, ceras, cimentos; complementos de consultório entre outros.

Os subsetores pertinentes à **área laboratorial; radiologia e diagnóstico de imagem; equipamentos médicos hospitalares; e materiais para consumo médico-hospitalar** apresentam elevada relação, de modo que nesse trabalho, esses quatro subsetores foram compilados em um único chamado de **equipamentos médicos**. O subsetor de **implantes** foi denominado “**órteses e próteses**” e o subsetor de **odontológicos** chamado de **odontologia**. A Figura 1 mostra exemplos de áreas onde se aplica nanotecnologia associadas aos três subsetores de EMHO empregados neste trabalho.

¹ <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/informacao/guia-basico-informacao-tecnologica>



Figura 1. Exemplos de tecnologias associadas aos subsetores de equipamentos médicos; odontologia; órtese e prótese.

1.2. Nanotecnologia

A investigação em nanotecnologia está focada na criação e utilização de materiais, dispositivos e sistemas melhorados que explorem essas propriedades. Sendo uma área transversal aos vários domínios científicos, as suas aplicações são utilizadas em inúmeros setores tecnológicos e industriais como as tecnologias de informação, energias, ciências ambientais, medicina, segurança alimentar, transportes, entre outros (Figueiras, Coimbra & Veiga, 2014).

A nanotecnologia consiste na manipulação da matéria em nível atômico, molecular e supramolecular (Saini, Saini, & Sharma, 2010), permitindo, por exemplo, aperfeiçoar o desempenho de produtos já existentes no mercado, empregando materiais nanométricos que apresentam propriedades físicas, químicas e biológicas diferenciadas. Além disso; ao incorporar esses materiais sem modificar de modo significativo o processo de fabricação do produto, permite-se um ganho considerável, com menos risco e menores investimentos em P&D do que o desenvolvimento de inovações radicais (Miles & Leite, 2010).

Na medida em que novas propriedades têm sido descobertas na escala nano, expectativas positivas em relação ao potencial de aplicação desta tecnologia em todos os setores econômicos vêm se intensificando. A nanotecnologia permeia diversas áreas tecnológicas com inúmeras aplicações. Na eletrônica, óptica e fotônica destacam-se os filmes finos para eletrônica e fotônica; lasers; LEDs orgânicos e inorgânicos; sensores fotônicos. Em materiais, podem-se citar materiais nanoporosos; nanocompósitos; materiais nanoestruturados; materiais inteligentes com aplicações têxteis. Na nanoenergia, destacam-se as células solares a base de semicondutores orgânicos e inorgânicos, células combustíveis; nanotubos de carbono para uso na cadeia/ciclo de biocombustíveis e da energia nuclear, enquanto que na área ambiental existem aplicações em nanossensores para

detecção e/ou qualificação de substâncias nocivas; filtros nanoestruturados para permitir o transporte seletivo de uma mistura; etc (ABDI, 2010).

A nanobiotecnologia é a fronteira entre a nanotecnologia e a biotecnologia. Ela abarca o desenvolvimento de aplicações em biologia, agricultura, farmacologia, cosmetologia e medicina. Este trabalho está focado no setor de nanotecnologia aplicada à medicina, a qual desponta com aplicações de elevado potencial (ABDI, 2010), tendo sido descrito que as áreas mais desenvolvidas na nanomedicina são os materiais e dispositivos implantáveis, biofármacos e ferramentas de diagnóstico (Agrawal, 2016).

1.2.1. Nanotecnologia aplicada à saúde

Entre as várias aplicações da nanotecnologia, algumas das mais promissoras e com maior potencial para produzir impacto direto na vida dos seres humanos estão àquelas relacionadas às ciências biomédicas. O crescente interesse nas aplicações médicas da nanotecnologia levou ao aparecimento de uma área conhecida como nanomedicina que se refere à aplicação da nanotecnologia no tratamento, diagnóstico, monitoramento, prevenção e controle de sistemas biológicos, tendo como principal objetivo melhorar a qualidade de vida das populações (Freitas, 2005). A nanomedicina concilia a nanotecnologia e a medicina de modo a desenvolver novas formas terapêuticas e melhorar as já existentes.

O recurso à nanotecnologia trouxe uma nova geração de aparelhos de menores dimensões, mais rápidos, e de menor custo e que não requerem manuseamento especializado, possibilitando, apesar disso, resultados fiáveis. Estes aparelhos necessitam de quantidades menores de amostra e podem fornecer resultados e dados biológicos muito mais completos a partir de uma medição (Sahoo, 2012).

Segundo Roco, Mirkin, & Hersam (2011), o modo de diagnosticar e tratar as pessoas passará por uma revolução, seguindo na direção de sistemas personalizados para determinar a resposta terapêutica específica de um paciente a determinado tratamento. Também se espera que os nanomateriais possam ser aplicados nas terapias genéticas e ainda possam auxiliar no tratamento de doenças bacterianas infecciosas de microrganismos resistentes a antibióticos.

Algumas das mais importantes aplicações da nanotecnologia na área da medicina são os **dispositivos de diagnóstico** como nanobiossensores e *microarrays*, além do desenvolvimento de novos agentes de contraste para a imagiologia médica, incluindo os vários tipos de imagiologia, nomeadamente, a bioluminescência ótica, fluorescência ótica, ultrassons dirigidos, ressonância magnética molecular (MRI), espectroscopia de ressonância magnética (MRS), tomografia de emissão de fóton único (SPECT) e tomografia de emissão de pósitrons (PET) (Cai & Chen, 2007) e tecnologia de *nano-harvesting* de Biomarcadores (Luchini *et al.*, 2008). Outra área de grande interesse da nanomedicina é a de **nanofármacos**. Esta área engloba a descoberta, desenvolvimento e administração de fármacos. Os nanofármacos procuram evitar os efeitos colaterais e melhorar algumas das características dos fármacos tradicionais como a biocompatibilidade, solubilidade ou a estabilidade. Um dos principais tópicos são os sistemas de entrega de fármacos (*drug-delivery*) que permitem a

libertação controlada dos princípios ativos. Neste sistema, o fármaco é levado para o seu tecido alvo, minimizando assim a sua influência noutras células com a redução dos consequentes efeitos colaterais indesejáveis (Wilczewska, 2012). Alguns exemplos de partículas utilizadas nesta técnica são micelas, nanoemulsões, dendrímeros e lipossomas (Figueiras, Coimbra & Veiga, 2014)

Outras áreas de interesse na nanomedicina são os **nanoteranósticos** definidos como a integração e combinação das modalidades de terapêutica e diagnóstico num único sistema, utilizando para tal os benefícios da nanotecnologia (Kim, Lee & Chen, 2013). Um sistema de teranósticos utilizado em pacientes que sofram de câncer, por exemplo, consistiria em diagnosticar, em primeiro lugar, o tipo e classe de câncer, fazer imagiologia e perceber a heterogeneidade do tumor, aplicar um tratamento adaptado baseado no diagnóstico e resultados da imagiologia e, por fim, monitorizar a eficácia do tratamento (Kim, Lee & Chen, 2013).

Adicionalmente a **medicina regenerativa** é também uma área muito importante da nanomedicina, e tem sido regida pelo conceito genérico de combinar propriedades celulares com diversas abordagens tecnológicas no design e fabrico de novos tecidos/órgãos (Mura & Couvreur, 2012).

O setor de nanotecnologia pode movimentar R\$ 4 trilhões no mundo até 2018, e espera-se que o Brasil contribua com R\$ 40 bilhões deste valor (Confap, 2015). O mercado mundial de nanomedicina foi avaliado em 212 bilhões de dólares no ano de 2015 e vislumbra-se a longo prazo, o aumento de investimento em P&D nesse setor, dada a versatilidade de usos da nanotecnologia na medicina. Segundo uma publicação da “*Market Research Report*” de julho de 2016, a projeção de mercado para nanomedicina na América do Norte é de 140 bilhões de dólares para o ano de 2024, tendo como base o ano de 2015 que totalizou 90 bilhões para esse mercado.

No Brasil, a nanotecnologia tem sido fomentada por políticas setoriais desde 2001 de forma a permitir a construção de uma rede de conhecimento nesta área visando subsidiar iniciativas públicas e privadas de pesquisa e inovação nesse setor (Faria & Oliver, 2014). Como exemplo destas políticas, tem-se um investimento em nanotecnologia de aproximadamente R\$150 milhões, entre 2005 e 2010, por meio do Programa Nacional de Nanotecnologia, PNN, criado em 2005; e o lançamento em 2013 da Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN) que tem foco na inovação e visa criar, integrar e fortalecer a nanotecnologia no Brasil, disponibilizando de cerca de 440 milhões de reais para o período de 2013 a 2014 (ABIPTI, 2013).

Cabe ressaltar que essas políticas no Brasil são orquestradas por diversos atores podendo-se destacar o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI); a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep); a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI). A ABDI, por exemplo, em 2016, elaborou Agenda Tecnológica Setorial (ATS) sobre o complexo industrial da saúde focado na nanotecnologia apresentando um panorama da nanomedicina de forma a obter um mapeamento no Brasil de tecnologias e conhecimentos relativos a este setor (ABDI, 2016). Além disso, o BNDES também atuou na identificação do mercado para oferecer apoio às atividades desse conjunto de indústrias, em particular a de equipamentos e materiais para saúde (Pieroni, Reis & Souza, 2010).

1.3 Critérios de Busca

Para determinar a estratégia de busca em bases de dados de patentes, é necessário definir: i) o período do monitoramento; ii) a(s) base(s) de dados a ser(em) usada(s); e iii) o enquadramento do setor, de acordo com classificações adotadas na área de patente.

O período estabelecido para este Radar Tecnológico foi 2008-2015² e a base utilizada foi a *Derwent Innovations Index* (DII). Primeiramente, para o levantamento dos documentos pertinentes a área de nanotecnologia foi empregada a classificação internacional de patentes³ (CIP) e o *manual code* da *Derwent*, conforme apresentado no **apêndice 1**. Esta estratégia totalizou em uma amostra de quase 90 mil pedidos incluindo as diferentes áreas onde a nanotecnologia pode ser empregada. Após isso, extraiu-se deste quantitativo a amostra pertinente a EMHO. Para tanto, verificou-se quais CIPs são pertinentes a equipamentos médicos; órteses e próteses; e odontologia, conforme indicado no **apêndice 2**. Deste modo, a amostra referente à nanotecnologia aplicada ao setor EMHO contém 3.642 documentos de patente.

1.4 RESULTADOS

1.4.1 Número de pedidos de patente depositados no Brasil e no mundo

A amostra analisada neste Radar Tecnológico relativa à nanotecnologia aplicada ao setor EMHO totalizou no mundo e no Brasil, respectivamente, 3.642 e 175 documentos de patente. Aplicando a subsetorização da amostra mundial identificou-se 2.191 pedidos referentes a equipamentos médicos; 1.843 pedidos relativos à órtese e prótese e 234 pedidos pertinentes à odontologia. Estes três subsetores têm, respectivamente, 115; 91 e 22 pedidos depositados no Brasil, conforme mostrado na figura 2. Cabe observar que um mesmo pedido pode pertencer a mais de um subsetor (equipamentos médicos; órteses e próteses; odontologia), uma vez que um documento pode apresentar mais de uma CIP, de modo que não é feita a soma destas parcelas para obter o total de pedidos depositados.

² Considerada a data de indexação na base Derwent.

³ É uma ferramenta de indexação dos documentos de patente, que facilita sua recuperação em bases de dados. Esta classificação foi estabelecida no âmbito da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI/WIPO) e está disponível, em português, no site do INPI <www.inpi.gov.br>.

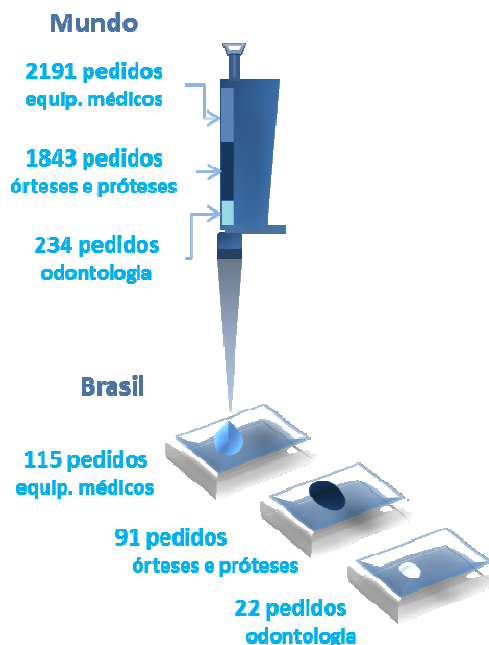


Figura 2. Número de pedidos de patente de nanotecnologia aplicada à EMHO para os subsetores de equipamentos médicos, órteses e próteses e odontologia no mundo e no Brasil.

1.4.2 Distribuição de documentos por área tecnológica - Mundo

A figura 3 apresenta a divisão dos pedidos de patente por áreas tecnológicas para os subsetores de equipamentos médicos; órteses e próteses; e odontologia. Esta divisão das áreas tecnológicas foi realizada com base nas CIPs⁴ apresentadas no Apêndice 2.

As três áreas tecnológicas em EMHO que apresentaram maior quantidade de pedidos de patente, conforme mostrado na figura 3, são: materiais empregados em órteses e próteses; equipamentos médicos relacionados ao diagnóstico; e dispositivos para introduzir ou retirar materiais do corpo. Para o subsetor odontologia que é o menos expressivo em termos de quantidade de documentos de patente, observa-se que a maior parte dos documentos revela preparações para uso odontológico.

⁴ A soma dos pedidos de um subsetor pode ser diferente da soma das parcelas indicadas para as áreas tecnológicas que formam esse subsetor, pois os pedidos podem apresentar mais de uma classificação, permitido assim, que esse pedido permeie por mais de uma área tecnológica.

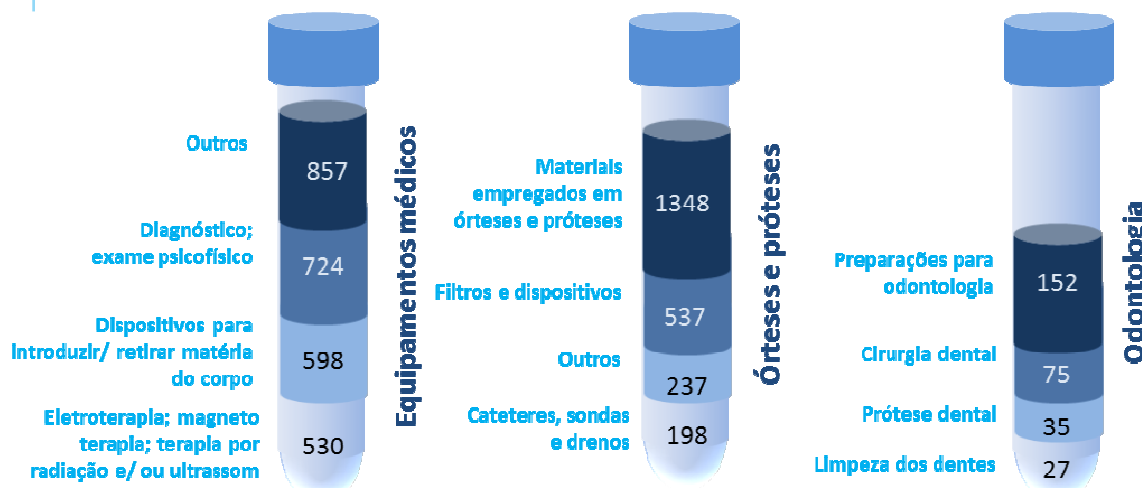


Figura 3. Distribuição de documentos de patente relacionados à EMHO por área tecnológica no mundo.

Foi realizado também o enquadramento dos pedidos brasileiros em áreas tecnológicas. Para o subsetor de equipamentos médicos verificou-se que dispositivos para introduzir/retirar matéria do corpo ocupa a primeira posição com 42 pedidos, seguidos por eletroterapia; magnetoterapia terapia por radiação ou por ultrassom com 33 pedidos e por diagnóstico e exame psicofísico com 30 pedidos.

Na amostra brasileira de órteses e próteses destacam-se os materiais ou compostos empregados nestes implantes que somam 74 pedidos; seguido por filtros e dispositivos com um total de 34 pedidos; e cateteres, sondas e drenos com 18 pedidos. Para a área de odontologia, no Brasil, as duas principais áreas são preparações odontológicas e cirurgia dental com, respectivamente, 16 e 5 pedidos.

1.4.3 Principais depositantes na amostra mundial

Os principais depositantes foram listados separadamente para os subsetores de equipamentos; órteses e próteses; e odontologia. Para o subsetor de equipamentos os principais depositantes são: Universidade⁵ da Califórnia (35 pedidos), Universidade do Texas (28 pedidos), Peyman Gholam A, pessoa física estadunidense (20 pedidos) e Siemens (19 pedidos). Em relação ao segmento de órteses e próteses destacam-se Universidade de Donghua, Universidade de Zhejiang, Boston Scimed Inc., Abbott e Universidade de Shanghai com: 42, 37, 29, 25 e 25 depósitos de pedidos de patente, respectivamente. No subsetor de odontologia os principais depositantes são Li R⁶, pessoa física da China, (19), 3M Innovative Properties (7), Universidade de Southeast, chinesa (7), Universidade de Chonbuk Nat Ind Coop Foun (5) e Universidade de Sichuan (5).

⁵ Nota: Caso haja interesse em buscar pelo nome do depositante nas bases base de dados, por exemplo, no Espacenet deve-se observar que no caso das Universidades, geralmente aparecem com a abreviatura Univ, por exemplo: “Univ Califórnia”; “Univ Texas”; Univ Donghua; Univ Zhejiang; Univ Southeast; Univ Sichuan.

⁶ É mais difícil fazer a busca por nome do depositante, especialmente depositantes de origem chinesa, cujos nomes são ocidentalizados e tem poucas letras.

Cabe observar que as universidades no setor de EMHO se destacam em termos de quantitativo de depósitos de pedidos de patentes, uma vez que aparecem em pelo menos duas das cinco posições dos principais depositantes, para cada um dos seus três subsetores. Para equipamentos e órteses e próteses as duas primeiras posições são de universidades e seus depósitos representam mais de 40% do total abarcado pelos cinco principais depositantes do seu subsetor.

1.4.4 País de origem dos pedidos depositados no Brasil

A origem da tecnologia é uma variável importante a ser considerada, pois é um indicativo de onde as novas tecnologias estão sendo desenvolvidas. A Figura 4 apresenta a origem da tecnologia referente à nanotecnologia aplicada ao setor EMHO no Brasil.

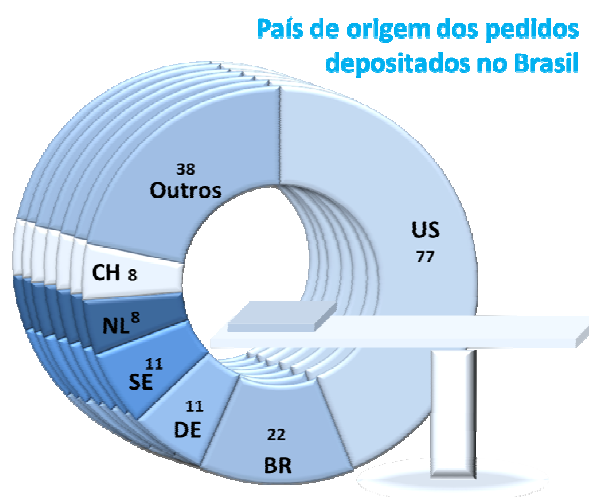


Figura 4. Origem dos pedidos de patente de nanotecnologia aplicada à EMHO depositados no Brasil.

Pode-se verificar, na análise da figura 4, que os depositantes de pedidos de patente no Brasil são em sua maioria de não-residentes, uma vez que dos 175 depósitos realizados no Brasil, apenas 22 são de residentes. Os 153 pedidos referentes aos não-residentes são originados principalmente dos Estados Unidos (77 pedidos), Alemanha (11 pedidos), Suécia (11 pedidos); Holanda (8 pedidos) e Suíça (8 pedidos).

Foi realizada uma análise qualitativa dos pedidos de patente depositados no Brasil, por residentes com a finalidade de identificar as principais tecnologias que tem sido desenvolvidas no país e que são alvo de proteção patentária. Na amostra brasileira pertinente ao subsetor de equipamentos médicos há, por exemplo, um pedido depositado pela Universidade Federal de Pernambuco, que trata de compósitos de nanopartículas fluorescentes, o processo para a preparação desses compósitos, sistemas de diagnóstico rápido contendo tais compostos e usos de tais compósitos que tem aplicação em diversas áreas nas áreas médicas e veterinárias. Segundo o depositante, a invenção descreve a

preparação de sondas contendo material biológico, sobre as quais são adicionados compósitos de nanopartículas fluorescentes, proporcionando o diagnóstico biológico rápido e mais econômico.

Com relação ao subsetor de órteses e próteses, pode-se citar a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que apresenta três depósitos de pedidos de patentes referentes a tecidos orgânicos, sendo um desses depósitos feito em parceria com o Hospital das Clínicas de Porto Alegre e o *Bhio Supply Ind. e Comércio de Equipamentos Médicos*. O pedido é relativo à utilização de compósito de fosfato de cálcio nanoestruturado e borracha de silicone para substituição de tecido orgânico. Cabe observar, que a Universidade de Minas Gerais também apresenta depósitos que revelam matéria sobre regeneração tecidual. Um deles trata de um processo de preparação de compósitos em base de biocerâmicas e polímeros biodegradáveis contendo antibióticos e angiotensina para restituição tecidual de produtos derivados.

Um outro pedido da mesma universidade descreve um processo de fabricação de um material biocompósito biodegradável usando colágeno e nanotubos de carbono que, segundo os depositantes, pode ser usado em aplicações nas áreas médicas e veterinárias visando regeneração, reposição e reconstituição celular ou de tecido biológico, *in vitro* ou *in vivo*.

No subsetor de odontologia, apontado como o mais competitivo no país no trabalho de Pieroni, Reis & Souza (2010), destaca-se, como exemplo de tecnologia, um pedido que descreve resinas poliméricas com propriedades melhoradas pelo uso de agentes de proteção do esmalte dentário, sendo que os agentes protetores são formados por nanopartículas poliméricas esféricas, constituídas, basicamente, por monômeros vinílicos, ácidos graxos funcionalizados e materiais inorgânicos nanoestruturados que podem ser obtidos *in-situ* através de reações via radicais livres em processo de polimerização em miniemulsão.

1.5. Considerações Finais

Neste Radar Tecnológico, foi realizada a análise do setor de nanotecnologia em EMHO tendo como pano de fundo os pedidos de patente no período de 2008 a 2015. Essa análise mostra que o número de pedidos de patente relacionando nanotecnologia pertinente à indústria EMHO no mundo é de 3.642, enquanto que os pedidos depositados no Brasil somam 175, o que representa menos de 5% da amostra mundial.

O setor de EMHO foi desmembrado em três subsetores: equipamentos médicos; órteses e próteses; e odontologia. Cabe observar, que podem existir pedidos que pertençam a mais de um subsetor, uma vez que um documento pode apresentar mais de uma CIP.

O subsetor de equipamentos médicos foi o que apresentou maior quantidade de depósitos (2.191), seguido por órteses e próteses (1.843) e por odontologia (234). Esta ordem foi também obedecida para os pedidos depositados no Brasil, onde equipamentos médicos, e órteses e próteses somam, respectivamente, 115 e 91 pedidos. A análise percentual dos valores depositados no Brasil com relação ao mundo indica que a proporção de depósito foi mantida em 5% tanto para equipamentos médicos quanto para órtese e prótese. Os depósitos referentes à odontologia somam 22 pedidos, o que representa mais de 9% dos depósitos desse subsetor em relação à amostra de depósitos no mundo (234).

Com a análise dos principais depositantes da amostra mundial, pode-se verificar que as universidades tem participação importante no Setor de EMHO, uma vez que aparecem em pelo menos duas das cinco posições dos principais depositantes para cada um dos três subsetores que formam o EMHO. Tanto no subsetor de equipamentos quanto no subsetor de órteses e próteses as duas primeiras posições são ocupadas por universidades e seus depósitos representam mais de 40% do total abarcado pelos cinco principais depositantes de cada subsetor.

Neste trabalho, dentro de cada subsetor, foram feitos desdobramentos por áreas tecnológicas, esse tipo de análise permite verificar quais tipos de tecnologias estão sendo desenvolvidas e para as quais se busca proteção por patente. Os materiais empregados em órteses e próteses apresentaram maior quantidade de pedidos de patente no mundo seguido por equipamentos médicos relacionados ao diagnóstico. Para o subsetor odontologia que é o menos expressivo em quantidade de depósitos de pedidos de patentes, observa-se que a maior parte dos pedidos está relacionada com preparações para uso odontológico.

O governo brasileiro reconhece a importância da nanotecnologia e por isso tem fomentado políticas setoriais para incentivar e estabelecer no Brasil condições de desenvolvimento desse setor, de modo que o país seja integrado a essa rede de conhecimento. A nanotecnologia e em particular a nanomedicina tem sido foco dessas ações governamentais por estar vinculada diretamente a qualidade de vida e a saúde do ser humano uma vez que está, por exemplo, relacionada a processos de diagnóstico, regeneração de tecidos e terapia de doenças como diabetes, doenças do sistema nervoso central e AIDS.



Analisando a amostra brasileira verifica-se que o Brasil começa a desenvolver tecnologias relacionadas a este setor entre as quais podemos descrever, por exemplo, kits de diagnóstico, resinas para finalidade odontológica e material para substituição de tecido orgânico.

Verifica-se ainda que diversas universidades públicas têm investido em P&D nesse setor, como pode ser observado na amostra referente aos pedidos brasileiros, onde são encontrados depósitos, por exemplo, da Universidade Estadual de Campinas, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, da Universidade Federal Minas Gerais, da Universidade do Rio de Janeiro, da Universidade Federal de Pernambuco e da Universidade de São Paulo.

1.8 Referências

- ABIPTI (2013) MCTI lança iniciativa brasileira de nanotecnologia com investimentos de R\$400 milhões. Link: http://www.agenciacti.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=4394:mcti-lanca-iniciativa-brasileira-de-nanotecnologia-com-investimentos-de-r-400-milhoes&catid=144:noticias
- ABDI. (2010). Panorama Nanotecnologia. *Serie Cadernos da Industria ABDI*, 180 p. LINK: <http://www.abdi.com.br/Estudo/Panorama%20de%20Nanotecnologia.pdf>
- ABDI. (2016) Agenda tecnológica setorial do complexo industrial da saúde, nanotecnologia. Link: <http://ats.abdi.com.br/SiteAssets/NANOTEC%20-%20PT.pdf>
- Agrawal, P. (2016). Potential Prospects of Future Medicine: Nano Medicine. *Pharmacovigilance*. Vol. 4 • Issue 1 LINK: <http://www.esciencecentral.org/journals/potential-prospects-of-future-medicine-nano-medicine-2329-6887-1000e149.php?aid=67893>
- Cai, W. & Chen, X. (2007) Nanoplatforms for targeted molecular imaging in living subjects. *Small*, v. 3, n. 11, p. 1840-1854.
- Confap (2015). Brasil pode tornar-se líder de mercado em nanotecnologia. Link: <http://confap.org.br/news/brasil-pode-tornar-se-lider-de-mercado-em-nanotecnologia/>
- Faria, A., & Oliver, G. S. (2014). As políticas públicas e o desenvolvimento da nanomedicina como uma pesquisa tecnocientífica no Brasil. *Rev. Eletron. de Comun. Inf. Inov. Saúde*. 8(3):300-318.
- Figueiras, A. R. R., Coimbra, A. B. & Veiga, F. J. B. (2014) Boletim Informativo Geum, v. 5, n. 2, p. 14-26, abr./jun.
- Freitas, R. A. (2005) Nanotechnology, nanomedicine and nanosurgery. *International Journal of Surgery*, v. 3, n.4, p. 243-246.
- KIM, T. H.; LEE, S.; CHEN, X. (2013) Nanotheranostics for personalized medicine. *Expert Review of Molecular Diagnostics*, v. 13, n. 3, p. 257-269.
- Luchini, A.; Geho, D. H.; Bishop, B.; Tran, D.; Xia, C.; Dufour, R. L.; Jones, C. D.; Espina, V.; Patanarut, A.; Zhou, W.; Ross, M. M.; Tessitore, A.; Petricoin, E. F.; Liotta, L. A. (2008) Smart hydrogel particles: biomarker harvesting: one-step affinity purification, size exclusion, and protection against degradation. *Nano Letters*, v. 8, n. 1, p. 350-361.
- Market Research Report (2016). Nanomedicine Market Analysis By Services (Therapeutics, Regenerative Medicine, Vaccines, In-vitro & In-vivo Diagnostics), By Application, (Clinical Oncology, Infectious diseases, Clinical Cardiology, Orthopedics, Neurology, Ophthalmology, Pneumology, Urology, Immunology, Genetics, Obstetrics, Dermatology, Dentistry, Dermatology) And Segment Forecasts to 2024 Link: <http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/nanomedicine-market>
- Miles, I. & Leite, E. R.. (2010). Nanotecnologia oportuidades para a indústria e novas qualificações profissionais. *Serie Estudos Tecnologicos Organizacionais*, 9-45.
LINK:http://tracegp.senai.br/bitstream/uniepro/128/1/Nanotecnologia_oportunidades.pdf
- Mura, S. & Couvreur, P. (2012) Nanotheranostics for personalized medicine. *Adv. Drug Deliv. Rev.* 64:1394-1416.
- Pieroni, J. P., Reis, C., & Souza, J. O. (2010). A indústria de equipamentos e materiais médicos, hospitalares e odontológicos: uma proposta de atuação do BNDES. *BNDES Setorial*, 185-226.
LINK:https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1761/1/BS%2031_a%20ind%C3%BAstria%20de%20equipamentos%20e%20materiais_P.pdf
- Roco, M. C. (2007) National Nanotechnology Initiative: Past, Present, Future. In: GODDARD III, W.; BRENNER, D.; LYSHEVSKI, S.; IAFRATE, G. *Handbook of Nanoscience, Engineering and Technology*. 2nd ed. [s.l]: CRC Press.



- Roco, M. C., Mirkin, C. A., & Hersam, M. C. (2011). Nanotechnology research directions for societal needs in 2010 summary of international study. *J. Nanopart.Res.* 1-23.
LINK:https://www.nsf.gov/crssprgm/nano/reports/MCR_11-0301_Nanotechnology_Research_Directions_To_2020_JNR13.pdf
- Sahoo, S. (2012) Nanotechnology in Health Care. Pan Stanford Publishing: United Kingdom, p. 1-20.
- Saini, R., Saini, S., & Sharma, S. (2010). Nanotechnology: the future medicine. *Journal of Cutaneous and Aesthetic Surgery*, v. 3, n. 1. p. 32-33 . LINK:<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2890134/>
- Wilczewska, A. Z; Niemirowicz, K.; Markiewicz, K. H.; Car, H.(2012) Nanoparticles as drug delivery systems. *Pharmacological Reports* v. 64, n. 5, p. 1020-1037.

1.7 APÊNDICE 1 – Códigos da Classificação Internacional de Patentes (CIP) e Manual codes da Derwent relacionados com “nanotecnologia”

CIP

B82* or A61K 9/51 or H01F 41/30 or G01Q 70/12

Manual Code – Base Derwent			
A08-M09A1	E27-B03A	U11-A14	V06-N22A
A08 -M09C1	E31-U*	U11-C13	V06-N40H1
A12-W14	E31-V	U12-B03F2*	V06-V01K2
B05-U*	J04-F02*	U21-B01T	X12-D01D
B11-C12	L02-A14	U21-C01T	X12-D02C2D
B12-M10A7	L02-H04B	V02-A10*	X12-D07E2A
B12-M11Q	L03-A01A6	V02-B04	X12-E01D
C05-U*	L03-A01C4	V02-H02G	X12-E02D
C11-C12	L03-A02G	V03-C10A	X12-E03D
C12-M11Q	L03-A03N	V03-D10A	X16-C15C3A
C12-M10A7	L03-B02N	V04-X01B1	X16-E01H1
E05-U*	L04-A05	V05-B05A5C	X16-E06A1A
E24-U	M26-C02	V05-E01C7A	X16-J01E
E27-B01A	M27-D03	V06-M06G8A	S03-H02B
E27-B02A	N06-C09	V06-M06G9	

1.8 APÊNDICE 2 - Códigos da Classificação Internacional de Patentes (CIP) relacionados com os três subsetores de EMHO.

Equipamentos e aparatos médicos e seus insumos

Área tecnológica	Classificação
Diagnóstico e exame psicofísico	A61B: 1 até 16
Cirurgia	A61B: 17 até 90
Cirurgia dental	A61C: 1 até 7
Dispositivos para limpeza entre os dentes	A61C: 17 e 19 (exceto 19/02)
Instrumentos, implementos, ferramentas ou métodos de veterinária	A61D (exceto 9)
Instrumentos especialmente adaptados para inserção ou remoção de stents ou endoprótese	A61F 2/95 até 2/97
Aparelhos para aquecimento ou resfriamento para tratamento médico ou terapêutico do corpo humano	A61F: 7
Métodos ou dispositivos para tratamento dos olhos	A61F: 9 (exceto 9/02 até 9/06)
Acessórios para curativos de ferimentos	A61F: 15
Transporte, pessoal, ou acomodação especialmente adaptada para pacientes ou pessoas deficientes físicas	A61G: 1 até 15
Aparelhos de fisioterapia	A61H
Recipientes adaptados para finalidades médicas	A61J: 1; 7; 15 e 19
Desinfecção ou esterilização	A61L: 2 até 12
Dispositivos para introduzir ou retirar matérias do corpo ou depositá-las sobre o mesmo	A61M
Eletroterapia; magnetoterapia; terapia por radiação; terapia por ultrassom	A61N

Odontologia

Área tecnológica	Classificação
Cirurgia dental	A61C: 1 até 8
Próteses dentárias/dentes artificiais	A61C: 9 até 13
Limpeza dos dentes	A61C: 15 até 19
Preparações odontológicas	A61K: 6

Órteses e próteses

Área tecnológica	Classificação
Filtros; Dispositivos que promovem desobstrução de estruturas tubulares; Próteses; Acessórios	A61F: 1 até 7
Métodos ou dispositivos para tratamento dos olhos	A61F: 9 (exceto 9/02 até 9/06) e 11/04
Ataduras, curativos ou almofadas absorventes	A61F: 13
Cateteres, sondas e drenos	A61M: 25
Materiais ou compostos empregados em órteses e próteses	A61L: 15 até 33