

## UTILIZAÇÃO DE NANOCARREADORES NO TRATAMENTO DA TUBERCULOSE: UM MAPEAMENTO TECNOLÓGICO

Érica Emília Almeida Fraga – [fragaerica@hotmail.com](mailto:fragaerica@hotmail.com)

Universidade Tiradentes - Unit

Cleide Ane Barbosa da Cruz – [cleideane.barbosa@bol.com.br](mailto:cleideane.barbosa@bol.com.br)

Programa de Pós-graduação em Ciência da Propriedade Intelectual – Universidade Federal de Sergipe

Clauberto Rodrigues de Oliveira – [clauberto.oliveira@uol.com.br](mailto:clauberto.oliveira@uol.com.br)

Universidade Tiradentes – Unit

Aline Barreto Hora – [aline.barretoh@hotmail.com](mailto:aline.barretoh@hotmail.com)

Programa de Pós-graduação em Saúde e Ambiente – Universidade Tiradentes

Ana Eleonora Almeida Paixão – [aepaixao@gmail.com](mailto:aepaixao@gmail.com)

Programa de Pós-graduação em Ciência da Propriedade Intelectual – Universidade Federal de Sergipe

### **Resumo**

Dentre o grupo de doenças negligenciadas, a tuberculose aparece com uma enfermidade infecciosa e que, no Brasil, é um problema da saúde pública. Alternativas vêm sendo investigadas na intenção de melhorar o tratamento das doenças crônicas pulmonares, incluindo a tuberculose. A nanotecnologia, por meio do uso dos nanocarreadores, surge como uma alternativa para melhoria dos tratamentos médicos relacionados a tuberculose. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi realizar um mapeamento tecnológico da utilização de nanocarreadores no tratamento da tuberculose. A metodologia envolve um mapeamento realizado por meio da busca de depósitos de patentes relacionados a tuberculose associada a nanocarreadores, tendo como base de dados a *World Intellectual Property Organization (WIPO)*. A análise foi feita apenas com os dados da WIPO pelo fato de que esta apresentou o maior número de patentes relacionadas ao objeto de estudo desta pesquisa. Enfatizou-se a evolução temporal, as classificações e os países depositantes. Os resultados evidenciam que as tecnologias voltadas a nanocarreadores começaram a crescer a partir de 2015, onde houve o maior número de depósitos comparado aos anos anteriores. Quanto ao código de classificação, o item A61K, referente a preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas, foi a que apareceu com maior ênfase e os Estados Unidos foram os maiores depositantes. Portanto, por meio da pesquisa, evidenciou que os estudos sobre a aplicação de nanocarreadores ao tratamento da tuberculose vem se desenvolvendo, sendo necessário a expansão das pesquisas nas Universidades e empresas.

**Palavras-chave** — *Mapeamento, Nanotecnologia, Tuberculose.*

**Abstract**— Among the group of neglected diseases, tuberculosis appears with an infectious disease and, in Brazil, it is a public health problem. Alternatives have been investigated in order to improve the treatment of chronic pulmonary diseases, including tuberculosis. Nanotechnology, through the use of nanocarriers, appears as an alternative to improve medical treatments related to tuberculosis. Therefore, the objective of this work was to carry out a technological mapping of the use of nanocarreadores in the treatment of tuberculosis. The methodology involves a mapping carried out through the search of patent deposits related to tuberculosis associated with

nanocarriers, based on the World Intellectual Property Organization (WIPO). The analysis was done only with WIPO data because it presented the highest number of patents related to the object of study of this research. It was emphasized the temporal evolution, the classifications and the depositor countries. The results show that technologies directed to nanocarriers began to grow from 2015, where there were the largest number of deposits compared to previous years. Regarding classification code, item A61K, referring to preparations for medical, dental or hygienic purposes, was the one that appeared with greater emphasis and the United States were the largest depositors. Therefore, through the research, evidenced that the studies on the application of nanocarriers to the treatment of tuberculosis has been developing, being necessary the expansion of the researches in the Universities and companies.

**Keywords**— Mapping, Nanotechnology, Tuberculosis.

## 1 INTRODUÇÃO

As doenças negligenciadas são caracterizadas por um grupo de enfermidades que atingem principalmente as populações que prevalecem em condições de pobreza, e apresentam acesso insuficiente à água potável, ao saneamento, à habitação adequada, e aos serviços de saúde. Tais doenças impactam de forma relevante sobre a morbidade e a mortalidade nas regiões endêmicas em todo mundo. Como exemplo de doença negligenciada cita-se a tuberculose, cujo aumento no número de casos em regiões brasileiras tem preocupado as autoridades sanitárias (ALBUQUERQUE et al., 2017).

A Tuberculose é uma patologia infecciosa, inserida no grupo das (DNS) que tem o *Mycobacterium tuberculosis* como seu agente etiológico, e afeta prioritariamente os pulmões, embora possa acometer outros órgãos e sistemas (IBANÊS; JÚNIOR, 2012).

Alternativas vêm sendo investigadas na intenção de melhorar o tratamento das doenças crônicas pulmonares, incluindo a tuberculose. Elementos como a nanotecnologia, por meio do uso dos nanocarriers, vem se transformando uma alternativa relevante no efetivo tratamento da tuberculose. Há um crescente interesse nanocarriers, tais como lipossomas, nanoemulsões e nanopartículas poliméricas como alternativa terapêutica com aplicabilidade pulmonar (GARCIA, 2014).

Os nanocarriers com aplicabilidade farmacêutica, evidenciam propriedades úteis na visão da farmacoterapia. Também podem ser utilizados como sistemas de entrega de drogas para agentes terapêuticos ou de imagem. Diante disto, algumas propriedades como maior tempo de circulação do fármaco no sangue, tolerando a acumulação em áreas patológicas com vascularização afetada ou inflamadas, e a ampliação das particularidades no que trata do local da ação onde, dentro dessa análise, automaticamente acontece uma melhor infiltração da medicação nos tecidos infectados (UPADHYAY; GANGULY; PALMBERG, 2015; VIEIRA; GAMARRA, 2016).

Neste sentido, o objetivo desta pesquisa foi realizar um mapeamento tecnológico da utilização de nanocarriers no tratamento da tuberculose.

## 2 NANOTECNOLOGIA

Com o avanço da ciência e da medicina, começaram a surgir resultados relevantes nas aplicações de nanotecnologia em medicina (ECHEVARRÍA-CASTILLO, 2013), possibilitando o surgimento de novos produtos e processos que auxiliam nos tratamentos médicos.

A utilização da nanotecnologia vem sendo utilizada no desenvolvimento de medicamentos e os nanocarriers estão demonstrando propriedades do ponto de vista farmacêutico úteis (GARCIA, 2014). Desde o seu aparecimento, a nanote tem melhorado os cuidados de saúde, contribuindo assim para aperfeiçoar os resultados (MAKSIMOVIC, 2017).

Ainda, esta envolve um novo paradigma tecnológico que disponibiliza uma mudança na solução de problemas tecnológicos e que provoca o desenvolvimento de processos, produtos e sistemas organizacionais (GUZMAN; ROMERO; GROSSMAN, 2018).

Além disso, os benefícios da nanotecnologia podem contribuir tanto na medicina quanto na saúde, onde ela apresenta inúmeras vantagens, sendo que os diagnósticos e tratamentos de doenças podem ser melhorados,

promovendo, assim, o avanço da medicina (MAKSIMOVIĆ, 2017).

### 3 METODOLOGIA

Este estudo de prospecção foi realizado por meio da análise de depósitos de patentes relacionados a tuberculose associada a nanocarreadores na base *World Intellectual Property Organization* (WIPO), conforme visualizado na Tabela 1.

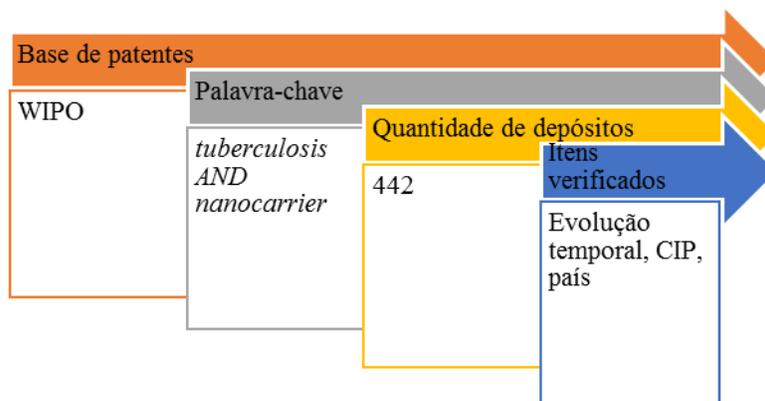
TABELA 1  
QUANTIDADE DE DEPÓSITOS DE PATENTES ENCONTRADOS NA WIPO

Descritores	WIPO
tuberculosis	126.251
mycobacterium tuberculosis	4.335
nanopartículas	2.265
tuberculosis AND nanocarrier	469
tuberculosis AND treatment	94.699

Fonte: Autoria Própria (2018)

Os descritores utilizados na pesquisa, realizada em maio de 2018, foram encontrados por meio da pesquisa no “título” (title) e ou “resumo” (abstract), onde foram utilizadas as palavras-chave com operadores booleanos “and”, destacados na Tabela 1. A pesquisa foi alicerçada por meio do uso de algumas etapas, sendo que as palavras utilizadas neste estudo foram “*tuberculosis AND nanocarrier*”. Foram retirados os dados de 2018, contabilizando 442 depósitos destacadas na Figura 1.

Figura 1 – Processo de busca de depósitos de patentes

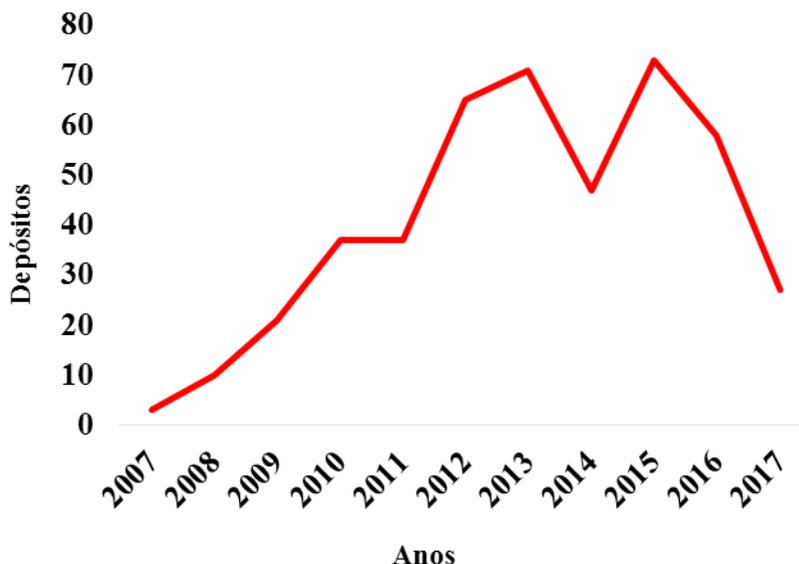


Fonte: Elaboração Própria (2018)

### 4 RESULTADOS

Observa-se na Figura 2 que a partir de 2011 houve um crescimento na quantidade de depósitos. Em 2015, houve o maior número de depósitos relacionados aos descritores utilizados nesta prospecção, 73. Essa quantidade sofreu uma queda na produção tecnológica em 2017, podendo ser explicado devido ao período de sigilo que ocorre até o processo de publicação do depósito.

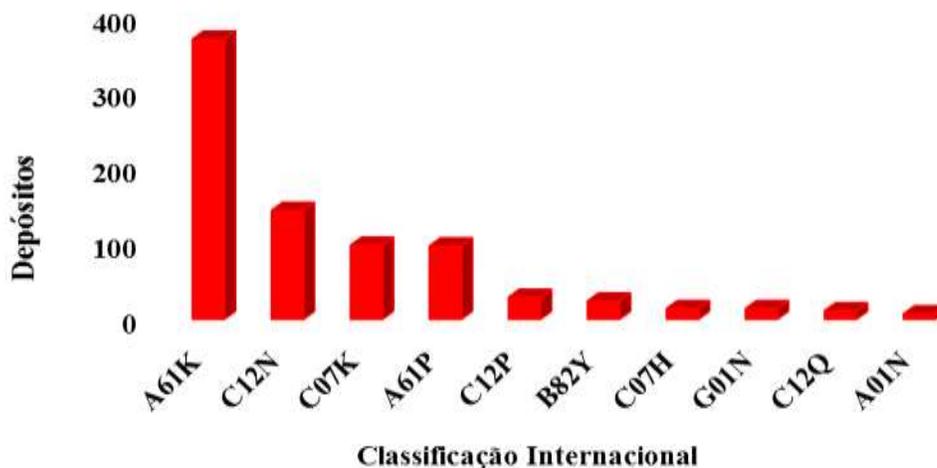
Figura 2 – Evolução anual dos depósitos de patentes na base WIPO (2008-2017)



Fonte: Elaboração Própria, com base nos dados do WIPO (2018)

A Figura 3 traz as Classificações Internacionais de Patentes (CIP) dos depósitos, sendo destacadas no Quadro 1 o significado das classificações que apareceram com maior frequência. A CIP que se mostrou com maior frequência foi a A61K, pertencente a preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas. Tal característica pode ser explicada em virtude de que a pesquisa envolve a busca de tecnologias voltadas a tuberculose em particular. Evidencia-se que a maioria das classificações encontradas envolve a seção A relacionada a necessidades humanas, e a seção C relacionada a química e metalurgia.

Figura 3 – Quantidade de depósitos por código de Classificação Internacional de Patentes (CIP)



QUADRO 1  
CÓDIGO DE CLASSIFICAÇÕES INTERNACIONAIS DE PATENTES DOS DEPÓSITOS RELACIONADOS TUBERCULOSE ASSOCIADA A NANOCARREADORES

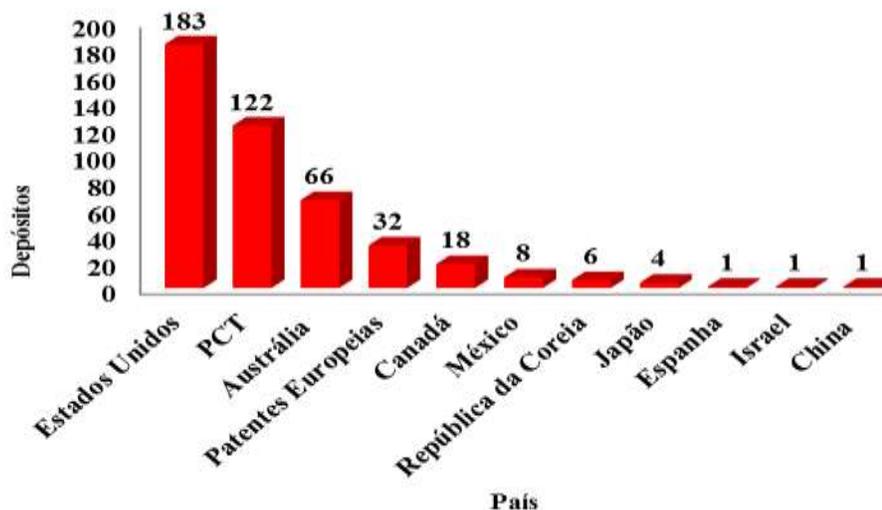
<b>Código de Classificação</b>	<b>Significado das classificações</b>
A61K	Preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas
C12N	Micro-organismos ou enzimas; suas composições
C07K	Peptídeos
A61P	Atividade terapêutica específica de compostos químicos ou preparações medicinais
C12P	Processos de fermentação ou processos que utilizem enzimas para sintetizar uma composição ou composto químico desejado ou para separar isômeros ópticos de uma mistura racêmica
B82Y	Usos específicos ou aplicações de nano estruturas; medidas ou análises de nano estruturas; fabricação ou tratamento de nano estruturas
C07H	Açúcares; seus derivados; nucleosídeos; nucleotídeos; ácidos nucleicos
G01N	Investigação ou análise dos materiais pela determinação de suas propriedades químicas ou físicas
C12Q	Processos de medição ou ensaio envolvendo enzimas, ácidos nucleicos ou micro-organismos; suas composições ou seus papéis de teste; processos de preparação dessas composições; controle responsivo a condições do meio nos processos microbiológicos ou enzimáticos
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

Fonte: Elaboração Própria (2018)

A Figura 4, que faz menção aos países requerentes, observa-se que os Estados Unidos foram os maiores depositantes com um número de 183, representando, dessa forma, cerca de 50% dos depósitos encontrados nesta pesquisa, seguido do PCT (Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes) com 122 (21%), Austrália com 66 (14%), Patentes Europeias com 32 (7%) e Canadá com 16 (4%). Sobre PCT, este permite que os candidatos busquem potencial de proteção internacional de patentes para seus inventos, ou seja, podem buscar simultaneamente a proteção de uma invenção na maioria dos países do mundo (WIPO, 2018).

Percebeu-se que os Estados Unidos é o maior depositante, e isso pode ser explicado pelo fato que em 2000 o país lançou a Iniciativa Nacional sobre Nanotecnologias (*National Nanotechnology Initiative – NNI*) que estabeleceu um programa de pesquisa voltado a nanotecnologia (ZANETTI-RAMOS; CRECZYNSKI-PASA, 2008)

Figura 4 – Depósitos de patentes por países requerentes



Fonte: Elaboração Própria, com base nos dados do WIPO (2018)

Em menor número, encontram-se os países do México, República da Coreia, Espanha, Israel, Japão e China, responsáveis por apresentar menos de 10 depósitos cada. Porém, quanto ao Brasil, em especial, não foram identificados depósitos realizados na base do WIPO, o que não corrobora mencionar que não existam patentes brasileiras sobre tuberculose associada a nanocarreadores, pois existem outras bases de patentes, como no INPI que foram encontradas apenas 10 depósitos de patentes voltados a nanocarreadores.

## 5 CONCLUSÃO

A pesquisa mostrou que há uma grande quantidade de depósitos voltados a utilização de nanocarreadores no tratamento de tuberculose, sendo que foram verificados 442 depósitos realizados na WIPO. Evidencia-se um crescimento na produção de tecnologias voltadas a nanocarreadores a partir de 2011.

A CIP que surgiu com maior frequência foi a A61K relacionada a preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas, evidenciando, assim, que as tecnologias estudadas estão voltadas a nanocarreadores e tuberculose. Sobre os países depositantes, verificou-se que os Estados Unidos foram os maiores depositantes e que, em relação ao Brasil, não foram encontrados depósitos.

Ainda, esta pesquisa apresentou como limitação, o fato do levantamento ter sido feito manualmente, visto que os dados de 2018 tiveram que ser retirados por conta do período de sigilo, bem como não houve o destaque do perfil dos depositantes.

Portanto, sugere-se como trabalhos futuros a análise de depósitos voltados a nanocarreadores utilizados no tratamento da tuberculose em outras bases de dados, buscando identificar novos produtos e processos que estão empregados no combate à tuberculose.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. A. C.; DIAS, D. M.; VIEIRA, L. T.; LIMA, C. A.; SILVA, A. M. Mortality trends for Neglected Tropical Diseases in the State of Sergipe, Brazil, 1980-2013. **Infect Dis Poverty**, v. 6, n. 20, n 1-8, 2017.
- ECHEVARRÍA-CASTILLO, Frank. Retos de este siglo: nanotecnología y salud. **Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter** [online], v. 29, n. 1, p. 3-15, 2013.
- GARCIA, F. M. Nanomedicina e terapia de doenças pulmonares. **Einstein**, v. 12, n. 4, p. 531-533, 2014.
- GUZMAN, A.; ROMERO, E. A.; GROSSMAN, F. B. Convergencia de innovación en el nuevo paradigma tecnológico de nanotecnología entre países. **Contad. Adm**, México, v. 63, n. 1, 2018.
- IBANÊS, A. S.; JUNIOR N. C. **Panorama internacional e nacional da estratégia do tratamento diretamente supervisionado (DOTS) nas políticas de controle da tuberculose**. Departamento de Infectologia do Instituto de Infectologia Emílio Ribas da Secretaria de Estado de Saúde de São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/>>. Acesso em: 11 de jun. 2018.
- MAKSIMOVIĆ, M. The roles of Nanotechnology and Internet of Nano things in healthcare transformation. **Tecno. Lógicas**, v. 20, n. 40, p. 139-153, 2017.
- UPADHYAY, S.; GANGULY, K.; PALMBERG, L. Maravilhas da nanotecnologia no tratamento de doenças pulmonares crônicas. **Jornal de Nanomedicina e Nanotecnologia**, v. 6, n. 6, p. 1, 2015.
- VIEIRA, D. B.; GAMARRA, L. F. Avanços na utilização de nanocarreadores no tratamento e no diagnóstico de câncer. **Einstein**, v. 14, n. 1, p. 99-103, 2016.
- World Intellectual Property Organization – WIPO. **PCT – Sistema Internacional de Patentes**. 2018. Disponível em: <<http://www.wipo.int/pct/pt/index.html>>. Acesso em: 16 ago. 2018.
- ZANETTI-RAMOS; B. G.; CRECZYNSKI-PASA, T. B. O desenvolvimento da nanotecnologia: cenário mundial e nacional de investimentos. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 89, n. 2, p. 95-101, 2008.