



NANOTECHNOLOGY IN DRUGS: TECHNOLOGICAL PROSPECTING

Journal:	<i>Innovation & Management Review</i>
Manuscript ID	INMR-03-2020-0029
Manuscript Type:	Article
Keywords:	Drugs, Nanotechnology, Patent, Technological Prospecting

SCHOLARONE™
Manuscripts

1
2
3 **Title** - Nanotechnology in drugs: technological prospecting / Nanotecnologia em
4 fármacos: prospecção tecnológica
5

6 **Abstract**
7

8
9 **Purpose** - The present research aims to map the studies (of technological innovation) on
10 the use of nanotechnology in the pharmaceutical area, in order to verify the growth of
11 patent deposits in Brazil and in the world.
12

13 **Design/methodology/approach** - Identifying articles and patents in the field of
14 nanotechnology in general and nanotechnology in drugs, portraying the number and
15 specifics of patents. Thus, the prospective study developed analyzed the advancement of
16 research in nanotechnology precisely in the publication of scientific articles in the period
17 from 1980 to 2018 and in the filing of patent applications in the period from 2010 to 2018.
18 The researched databases were the Coordination Periodical for the Improvement of
19 Higher Education Personnel (CAPES), for articles, and the Patentscope of the World
20 Intellectual Property Organization (WIPO), for filing patents.
21
22

23
24 **Findings** - It was concluded that the numbers in Brazil are significant, as they exceed the
25 values in relation to countries such as Portugal and Mexico.
26

27 **Originality** - When analyzing the results of this work, it was possible to observe Brazil's
28 position in relation to other countries, with emphasis on patent filings in nanotechnology
29 of drugs.
30

31
32 **Keywords** - Drugs, Nanotechnology, Patent, Technological Prospecting
33

34 **Paper type** - Research paper
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1. Introdução

O mundo está repleto de invenções que foram criadas para facilitar a vida das pessoas, como a roda, polias e engrenagens. Invenções que fizeram o mundo, literalmente, girar. Com isso, a humanidade teve uma evolução no seu estilo de vida e tudo que era de difícil execução tornou-se mais fácil. Mas será que as invenções resolveram a maioria dos problemas?

É pensando nesta questão que a palavra do momento entre os pesquisadores se chama inovação. Termo este que significa o ato de inovar, fazer o novo, melhorar ou dar nova função ao que já existe. Várias inovações e avanços em pesquisas sobre a saúde têm ocorrido durante os últimos anos, incluindo o desenvolvimento de medicamentos com o uso da nanotecnologia. Nesse sentido, houve um crescente interesse em pesquisas relacionadas à nanociência e nanotecnologia (Frantiescoli A. Dimer et al., 2013).

A nanotecnologia, segundo Fillipponi e Sutherland (2013), está ligada ao desenho, a maquiagem, a produção e aplicação de estruturas, dispositivos e sistemas de controle da forma e tamanho em escalas nanométricas, nos quais são baseados na manipulação, controle e integração dos átomos e moléculas na formação de materiais, estruturas, componentes e sistemas em nanoescala. A nanotecnologia é a aplicação da nanociência em dispositivos mais práticos, tanto para a distribuição quanto para o acesso e utilização pela sociedade moderna.

Estudo da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) revela que vários países como Estados Unidos, Japão e o Brasil, perceberam que a nanotecnologia representa um novo patamar de conhecimento (ABDI, 2010).

O Brasil é um país que investe cada vez mais em nanociência e nanotecnologia (N&N) na área de fármacos devido seu apelo pela área da saúde, característica está reconhecida mundialmente. Mas será que o Brasil está na altura de países desenvolvidos como os já citados anteriormente quando o assunto é nanotecnologia em fármacos? E ainda, será que o investimento em pesquisa de nanociência e nanotecnologia está trazendo o retorno em novos produtos ou aprimoramento dos que já existem?

Nessa perspectiva, percebeu-se a necessidade de mapear os estudos (de inovação tecnológica) sobre o uso da nanotecnologia na área de fármaco com o intuito de verificar o crescimento dos depósitos de patentes (Brasil e no mundo) por meio de depósitos de patentes efetuados na base Patentscope da World Intellectual Property Organization (WIPO).

Para isso foi identificado os artigos no campo de nanotecnologia em geral e de nanotecnologia em fármacos publicados na base de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e identificado as patentes no campo de nanotecnologia em geral e de nanotecnologia em fármacos depositadas na base de patentes Patentscope da World Intellectual Property Organization (WIPO), para poder retratar a quantidade e as especificidades das patentes de nanotecnologia depositadas nacionalmente e internacionalmente.

1.1 Problema de pesquisa

Mapear os estudos (de inovação tecnológica) sobre o uso da nanotecnologia na área de fármaco, com o intuito de verificar o crescimento dos depósitos de patentes (Brasil e no mundo), por meio de depósitos de patentes efetuados na base Patentscope da World Intellectual Property Organization (WIPO).

Identificar os artigos no campo de nanotecnologia em geral e de nanotecnologia em fármacos publicados na base de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

1
2
3 Identificar as patentes no campo de nanotecnologia em geral e de nanotecnologia
4 em fármacos depositadas na base de patentes Patentscope da World Intellectual Property
5 Organization (WIPO).

6 Retratar a quantidade e a especificidades das patentes de nanotecnologia
7 depositadas nacionalmente e internacionalmente.
8
9

10 1.2 Relevância do estudo

11 A relevância desse trabalho, descreve a importância do investimento de um país
12 na pesquisa em nanociência e nanotecnologia, em especial, a aplicada em fármacos para
13 o desenvolvimento de produtos ainda menores, contribuindo para fármacos mais
14 eficientes e com menos, ou nenhum, efeito colateral.
15
16

17 2. Revisão da literatura

18 2.1 Nanotecnologia

19 Apresentamos nesse capítulo o conceito de Nanociência e Nanotecnologia(N&N),
20 a importância das pesquisas em nanotecnologia para um país, como são os nanomateriais
21 e as suas aplicações na área farmacêutica e os desafios encontrados com essa tecnologia
22 além de uma síntese sobre prospecção tecnológica.
23
24

25 Nanociência e nanotecnologia são consideradas interdisciplinares, levando a
26 colaboração entre pesquisadores de diferentes áreas para o compartilhamento do
27 conhecimento, ferramentas e técnicas, possuindo grande potencial em diversas áreas de
28 pesquisa como na física, química, ciências de materiais, biologia, engenharia e aplicações
29 tecnológicas na saúde e ciências da vida, energia e meio ambiente, eletrônica,
30 comunicação e computação, manufatura e materiais (Marcone, 2017).
31

32 Diferenciar ciência e tecnologia é muito importante na discussão da
33 nanotecnologia nos dias atuais no qual se encontra o conhecimento científico que a torna
34 possível e o que, de fato, já se desenvolveu a partir desse conhecimento. A distinção é
35 importante para diferenciar o que é possível (em termos de conhecimento científico) do
36 que é factível e/ou provável (em termos de tecnologia) (Marcone, 2017).
37

38 Segundo Marcone (2017), a nanociência está dedicada em entender os efeitos e a
39 influência das propriedades do material na nanoescala, já as nanotecnologias buscam
40 explorar os efeitos para criar as estruturas, dispositivos e sistemas com novas
41 propriedades e funções devido ao seu tamanho.
42

43 O físico Richard Feynman, em 1959, proferiu uma palestra na Sociedade
44 Americana de Física, na Califórnia, cujo discurso é considerado o marco inicial da
45 nanotecnologia. Na palestra intitulada “Há muito espaço na parte inferior”, do
46 inglês *There's plenty of room at the bottom*, Feynman (Prêmio Nobel de Física de 1965)
47 instigou os espectadores sobre a possibilidade de escrever a Enciclopédia Britânica na
48 cabeça de um alfinete. Mesmo não sabendo exatamente como fazer, ele sabia que poderia
49 manipular individualmente os átomos (Feynman, 1960).
50

51 Apesar da palavra nanotecnologia surgir na década de 50, ela se tornou popular
52 nos anos 80, por Eric Drexler (1986), em seu livro *Engines of creation: The coming era
53 of nanotechnology*, no qual teve referência a construção de máquinas em escala
54 molecular, com poucos nanômetros de dimensão: motores, braços de robô, inclusive
55 computadores completos, muito menores que uma célula. Drexler passou os próximos
56 dez anos a descrever e analisar incríveis aparelhos e a dar resposta às acusações de ficção
57 científica (Novo, 2013).
58
59
60

1
2
3 Com 0,1 nanômetro tem-se a molécula da água, com 1 nanômetro a referência é a
4 molécula de glicose, o DNA humano tem aproximadamente 10 nanômetro, os vírus
5 chegam a ser até 10x maiores com 100nm em sua dimensão, bactérias chegam a 1000nm,
6 células de câncer chegam a ter 10000nm, sendo elas até 10 vezes menores que a espessura
7 de um fio de cabelo.

8
9 A nanoescala que representa a bilionésima parte do metro sendo matematicamente
10 representada por 10^{-9} tornou-se referência quando o assunto são objetos com medidas
11 abaixo do micro 10^{-6} .

12
13 Estudo da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) revela que
14 vários países como Estados Unidos, Japão, Europa e Brasil perceberam a nanotecnologia
15 representando um novo patamar de conhecimento, com visão para imensos impactos
16 científicos e econômicos. Estes países vêm tomando iniciativas que poderão render
17 significativas melhorias na qualidade de vida de suas populações com o avanço em
18 diversos setores, como na agricultura, energia, preservação ambiental, saúde e outros.
19 Nos últimos anos, o Brasil tem avançado consistentemente no desenvolvimento de ações
20 de muita importância em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), com resultados
21 concretos na produção científica, tecnológica e formação de recursos humanos em áreas
22 consideradas estratégicas, particularmente, em determinados campos de nanotecnologia
23 (ABDI, 2010).

24
25
26 O prefixo nano descreve uma ordem de grandeza, vem do grego e quer dizer
27 essencialmente um bilionésimo de alguma coisa. No caso atual estamos
28 interessados em um bilionésimo de metro, o nanômetro. Nanociência e
29 nanotecnologia são, portanto, ciência e tecnologia que acontecem ou são feitas
30 nessa escala de comprimento, mas de maneira controlável e reprodutível,
31 envolvendo fenômenos que muitas vezes não ocorrem em outras escalas de
32 tamanho. Em outras palavras, não estamos falando simplesmente de
33 miniaturização de algo grande para algo muito pequeno. (Schulz, 2005, pp.
34 58).

35
36 A N&N traz novas perspectivas para a Ciência e para a sociedade em geral, de
37 tal forma que geram previsões promissoras. Ela pode ser compreendida como uma área
38 interdisciplinar (Porter; Youtie, 2009).

39
40 A N&N exige a participação entre diversos campos de pesquisa e de
41 profissionais das mais diversas áreas. Em contrapartida por ser um assunto
42 aparentemente recente, pode trazer consigo desafios desconhecidos até o momento e de
43 maior complexidade dos vivenciados hoje, por se saber pouco sobre possíveis impactos
44 negativos, como a questão da toxicologia de nanomateriais (Martinez and Alves, 2013).

45
46 A N&N envolve um campo de estudo com possibilidade de emergência de
47 propriedades que não conseguiríamos observar em escalas maiores para um certo
48 material ou substância, fazendo gerar um interesse pelo estudo e desenvolvimento de
49 pesquisas nesta área.

50 51 2.2 Nanomateriais

52
53 Os nanomateriais (NCM) são classificados como orgânicos e os inorgânicos. Nos
54 nanomateriais orgânicos tem-se em destaque os nanotubos de carbono (de parede simples
55 e de parede dupla) e o fulereno(C60). Entre os óxidos metálicos, o TiO₂ tem grande
56 aplicação, de tal modo que os metais e as nanopartículas de prata e ouro (Marcone, 2017).

57
58 Os Quantum dots em português pontos quânticos, são utilizados como
59 nanomarcadores biológicos e as nanopartículas poliméricas, lipídicas e dendrímeros, traz
60

1
2
3 aplicação na área farmacêutica. Os nanomateriais também tem uma classificação em
4 relação as suas propriedades físicas e químicas (Marcone, 2017).

5 Atualmente muitos estudos são em relação aos nanotubos de carbono,
6 semicondutores, os metálicos e os farmacêuticos.
7

9 *2.3 Nanotecnologia na área farmacêutica*

10 Na Farmácia os sistemas nanoestruturados são compostos por fármacos no qual
11 são liberados no organismo do paciente de modo específico e controlado. Um nano
12 sistema de liberação de fármaco consiste em encapsulamento de princípios ativos no qual
13 são utilizados em diagnósticos e no tratamento da doença. Sendo de maior eficácia que
14 os processos de encapsulamento tradicionais, por ser em uma escala menor facilita sua
15 administração por diversas vias como a oral, nasal, pulmonar e transcutânea e na liberação
16 no organismo. Demais vantagens são associadas à proteção da droga da degradação,
17 melhor solubilidade e biodisponibilidade, assim como minimiza eventuais efeitos de
18 toxicidade da droga (Marcone, 2017).

19 As nanopartículas poliméricas são as mais utilizadas no setor da farmácia, pois
20 tem uma capacidade maior de estabilidade tanto no organismo, como armazenadas por
21 um período longo de tempo (Saikia et al., 2015).
22
23
24

25 *2.4 Nanotecnologia no Brasil*

26 O desenvolvimento do Brasil em relação à pesquisa em Nanotecnologia e
27 Nanociência teve início no ano de 2000 com a implantação das quatro redes com a
28 seguinte denominação Nanobiotec, Nanomat, Renami e Nanoseminat, por fomentos do
29 MCT-CNPq (Ministério da Ciência e Tecnologia – Conselho Nacional de
30 Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e estruturadas com o objetivo de que
31 pesquisadores e profissionais de diferentes formações possam interagir sobre o tema.
32

33 Para a promoção do desenvolvimento, difusão e a consolidação da pesquisa em
34 Nanotecnologia e Nanociência no Brasil, em 2001, foram criados os Institutos do
35 Milênio: Rede de Pesquisa em Sistema em Chip, Microsistemas e Nanoeletrônica,
36 Instituto Multidisciplinar de Materiais Poliméricos e o Instituto do Milênio de Materiais
37 Complexos.
38

39 Logo em 2003, é criado o Programa “Desenvolvimento da Nanociência a da
40 Nanotecnologia”, com objetivo de tornar indústria nacional mais competitiva, mediante
41 processos e produtos novos com nanotecnologia (Marcone, 2017).
42

43 O investimento do governo brasileiro em N&N cresce de forma expressiva. Em
44 2012, o Brasil já possuía 24 Redes de Cooperação em nanotecnologia nas diferentes áreas,
45 16 Institutos de C&T (Ciência e Tecnologia) que desenvolvem nanotecnologia, 8
46 Laboratórios Nacionais, mais de 2.500 pesquisadores e 3.000 estudantes Mestres e
47 Doutores. O Brasil contribui com aproximadamente 1,9% da produção científica mundial,
48 possuindo a maior e melhor infraestrutura da América Latina.
49

50 Mediante levantamento no Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil (CNPq),
51 foram encontrados 69 grupos de pesquisa brasileiros trabalhando no setor de
52 nanotecnologia voltada para a área da saúde, contando com 718 pesquisadores, 999
53 estudantes e 61 técnicos.
54

55 Verifica-se que todas as Regiões do Brasil têm Grupos de Pesquisa atuantes em
56 Nanotecnologia e Nanociência na saúde. As Regiões Sudeste (40%) e Sul (29%)
57 concentram a maior parte dos Grupos, sendo que 31% se distribuem nas Regiões Nordeste
58 (16%), Centro-Oeste (9%) e Norte (6%).
59
60

1
2
3 Também em 2004, foi implantada a Rede Renanosoma – Rede de Pesquisa em
4 Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, que abrange os estudos sobre aspectos
5 éticos e os impactos sociais da N&N (Marcone, 2017).
6

7 Os setores com atividades de nanotecnologia no mercado mundial são os setores
8 químico, automotivo, embalagens, eletrônicos, energia, de semicondutores, defesa e
9 aeronáutico, remediação e proteção ambiental, farmacêuticos e saúde. O Brasil tem algo
10 em torno de 150 empresas voltadas para desenvolver nanotecnologias, distribuídas em
11 áreas da indústria química (e.g. têxtil, tintas e embalagens, catalisadores e revestimentos),
12 petroquímica e na área da saúde. Já na área de medicina tem-se nanomateriais para
13 aplicação como ferramentas de diagnóstico de implantes de dispositivos. Em uma
14 pesquisa realizada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), 637
15 produtos foram catalogados, entre eles, o de maior número é o da área de cosméticos com
16 599 produtos. Os demais são medicamentos, produtos para a saúde, saneantes e alimentos
17 (Marcone, 2017).
18
19

20 21 *2.5 Desafios ligados a nanociência e nanotecnologia*

22 Apesar das diversas aplicações em várias áreas e que possibilitam novas
23 perspectivas no campo científico, a Nanotecnologia e Nanociência levanta vários debates
24 e críticas, dividindo pesquisadores das mais diversas instituições em nível global.
25 Segundo como ilustra Peter Schulz (2009) essa questão, ao escrever:
26

27
28 A palavra “nanotecnologia” aparece em frases que falam sobre “nova
29 Revolução Industrial”, “melhoria da qualidade de vida e desempenho
30 humano”, “revolução invisível” ou “acabar com a fome no mundo e curar
31 doenças”. Por outro lado, a “inovação é um elemento fundamental no
32 desenvolvimento econômico”, melhor dizendo: “ciência. Tecnologia e
33 inovação para o desenvolvimento nacional”, de preferência “sustentável e
34 visando a inclusão social” [...] podemos verificar que tudo o que está entre
35 aspas é positivo, mas inovação e nanotecnologia são também frequentemente
36 associadas à exclusão social, riscos de crescimento não-sustentável, impactos
37 ambientais negativos e sobre a saúde [...] Em resumo, inovação é associada
38 tanto a aspectos positivos quanto negativos, tal como a nanotecnologia. Muitas
39 vezes nos acostumamos a essas ideias, criamos o hábito de falar e opinar sobre
40 esses conceitos. Não é difícil juntar um grupo de bate-papo com defensores
41 dos dois lados e promover um animado debate que substitua a discussão sobre
42 o último jogo entre Brasil e Argentina, por exemplo. (Schulz, 2009, p. 8)
43

44 Na ciência a cada dia surgem artigos sugerindo diversas aplicações advindas da
45 nanotecnologia, um exemplo é o uso de nanotubos como biosensores, auxiliando no
46 diagnóstico e tratamento de câncer, também aparecem trabalhos alertando sobre o
47 potencial cancerígeno dos mesmos nanotubos (Schulz, 2009). Na França, país que muito
48 vem contribuindo para o crescimento da N&N, o debate vem forte, de maneira que as
49 críticas relacionadas à Nanotecnologia e Nanociência chegam a prever um futuro
50 “sombrio” (Joachim and Plevert, 2009).
51

52 Joachim e Plevert (2009) tal preocupação está mais fortemente presente nos países
53 ocidentais, principalmente na Europa e nos Estados Unidos, segundo os autores,
54 supostamente há maior interesse da população sobre as questões científicas e,
55 consequentemente, maiores críticas e preocupações em relação à Nanotecnologia e
56 Nanociência.
57

58 A demanda de regulamentação da produção e utilização dos nanomateriais,
59 sobretudo os fabricados a partir de nanopartículas, é cada vez maior nos
60 países ocidentais. Todos têm na memória o caso do amianto, que poderia

ser responsável por cerca de 100 mil mortos nos próximos 20 anos. As nanopartículas preocupam, pois se imagina que possam atingir os alvéolos mais profundos dos pulmões, transpor as barreiras biológicas (cerebral ou intestinal) e passar para o sangue com mais facilidade que partículas mais volumosas (Joachim and Plevert, 2009, pp. 119)

No Brasil, observa-se correntes favoráveis e contrárias ao desenvolvimento da Nanotecnologia e Nanociência. A comunidade científica que trabalha diretamente com N&N vem buscando esforços no sentido de desenvolvimento da área, ao passo que pesquisadores da área de Ciências Humanas e da Saúde vem defendendo maior regulamentação das pesquisas na área, na perspectiva da precaução, tendo como argumentos principais o desconhecimento de possíveis efeitos dos produtos nanotecnológico para a saúde humana (Delgado and Paumgartten, 2013, Hohendorff, Coimbra and Engelmann, 2016, Martinez and Alves, 2013).

Enquanto cientistas e grande parte da mídia enfatizam os fantásticos potenciais da nanotecnologia, principalmente para a área biomédica, ecologistas e ambientalistas questionam seus impactos ambientais inesperados. As narrativas sobre a nanotecnologia variam entre os extremos do pavor e do entusiasmo. (Pyrrho and Schramm, 2012, pp. 2026)

Com isso uma nova perspectiva de estudo ligada aos riscos da Nanotecnologia e Nanociência vem surgindo e levando a denominação de Nanotoxicologia (Joachim; Plevert, 2009; Martinez; Alves, 2013; Schulz, 2009).

Esta área emerge devido à preocupação com os possíveis efeitos toxicológicos das nanopartículas e nanomateriais, a emergência de novas propriedades, podendo apresentar novas formas de interação com organismos vivos e com o meio ambiente (Cancino, Marangoni and Zucolott, 2014).

Apesar das controvérsias que envolvem a N&N, a mesma se apresenta como uma área de pesquisa relevante e que merece investimentos, porém, devido a imprevisibilidade e de estudos que mostram potenciais tóxicos dos nanomateriais, vale ressaltar que é muito importante buscar um equilíbrio entre a crítica aos riscos bem como a defesa das potencialidades associados à Nanotecnologia e Nanociência, tanto na pesquisa como na divulgação deste assunto para a população geral.

2.6 Prospecção Tecnológica

A Prospecção Tecnológica é um termo utilizado para designar atividades de prospecção centradas nas mudanças tecnológicas, sendo esse estudo importante para o desenvolvimento econômico e social, assim como para futuras pesquisas.

Ela permite encontrar tecnologias já existentes e identificar seu grau de maturidade. Outro ponto que pode ser encontrado por meio desse mapeamento é o posicionamento de concorrentes e achar a melhor forma de explorar o potencial da tecnologia. Principais empresas, países e pesquisadores que se interessam pela tecnologia também são informações que podem ser extraídas e utilizadas para compreender melhor o mercado em questão (Quintella et al., 2011).

Os métodos de prospecção tecnológica são utilizados há décadas, em diversos países, como ferramenta para orientar os esforços empreendidos para a pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I). As primeiras informações de seu uso como ferramenta estratégica são da década de 1950, com o objetivo principal de reduzir o tempo entre a invenção e a disposição de novos produtos no mercado (Biaggi, 2015).

2.6.1 As fases para o processo de Prospecção Tecnológica

Bahruth, Antunes e Bomtempo (2006) classificam as fases de Prospecção Tecnológica em:

- Fase **preparatória**: são definidos o objetivo, escopo e metodologia.
- Fase **pré-prospectiva**: há o detalhamento da tecnologia e o levantamento das fontes de dados.
- Fase **prospectiva**: refere-se à coleta, tratamento e análise dos resultados.
- Fase **pós-prospectiva**: diz respeito à comunicação dos resultados, implementação das ações e monitoramento.

2.6.2 Nível de abrangência

Os níveis de abrangência podem ser classificados como: holístico ou macro, que tratam de um amplo espectro de setores e áreas; nível meso, que abrange uma área ou setor; e o micro, associado a um projeto ou áreas/agentes especializados (Zackiewicz and Salles-Filho, 2001).

2.6.3 Os prazos

Para Armstrong (2001), as previsões de tempo adotadas relacionam-se a fatores como natureza e complexidade do tema, recursos disponíveis, prazos de gestões administrativas, entre outros.

Os prazos dos estudos prospectivos normalmente são classificados da seguinte forma:

- **Curto prazo**: 1 a 3 anos.
- **Médio prazo**: 3 a 5 anos.
- **Longo prazo**: 10 anos ou mais.

2.6.4 As classificações

Kupfer e Tigre (2004) classificam os métodos de Prospecção Tecnológica em três grupos:

- **Monitoramento** (Assessment): consiste no acompanhamento sistemático e contínuo da progressão dos fatos e na identificação de fatores portadores de mudança;
- **Previsão** (Forecasting): consiste na realização de projeções baseadas em informações históricas e modelagem de tendências;
- **Visão** (Foresight): é a antecipação de possibilidades futuras, com base em interação não estruturada entre especialistas.

No trabalho foram utilizados os três métodos, cada um com sua relevância, a maneira de como foram utilizados estará no próximo capítulo de materiais e métodos.

3. Metodologia

Nesse capítulo vamos especificar a metodologia utilizada para a obtenção dos dados, o refinamento e o processo para a realização da prospecção tecnológica.

Em relação a variedade de métodos que se pode usar para o desenrolamento de uma trajetória científica, cada qual com suas características específicas e aplicabilidades próprias, é importante classificá-los e ordená-los mediante critérios. Neste contexto, ressalta-se que o saber científico exige que o pesquisador saiba fazer escolhas, opções metodológicas pertinentes ao seu estudo (Ribas and Olivo, 2016).

O estudo teve como base, em relação aos objetivos, a pesquisa exploratória-descritiva, para construir a fundamentação teórica, e quanto a classificação, foi utilizada a pesquisa quantitativa em bases de artigos científicos e patentes para o uso dos dados na prospecção tecnológica, com a finalidade de fazer um mapeamento dos pedidos de patentes relacionados à Nanotecnologia em Fármacos no Brasil e no Mundo.

O estudo exploratório tem o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema (explicitá-lo). Pode envolver levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas experientes no problema pesquisado. Geralmente, assume a forma de pesquisa bibliográfica e estudo de caso (Gil, 2008).

No estudo descritivo, o objetivo é descrever as características de determinadas populações ou fenômenos. Uma peculiaridade está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, como por exemplo, o questionário e a observação sistemática (Gil, 2008).

E na pesquisa quantitativa, a representação dos dados acontece mediante técnicas quânticas de análise, no qual o tratamento objetivo dos resultados dinamiza o processo de relação entre variáveis (Marconi and Lakatos, 2011).

O método de Mayerhoff(2008), no qual aponta para uma busca e uma análise com mais eficiência, separando a prospecção em quatro fases uma distinta da outra: preparatória; pré-prospectiva; prospectiva; pós-prospectiva – na primeira fase (preparatória) são definidos os objetivos da prospecção, esclarecidos anteriormente, o escopo da pesquisa, a abordagem e a metodologia.

O estudo empregou em sua metodologia bases de dados gratuitas: Periódicos CAPES da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior para Artigos e Patentscope da World Intellectual Property Organization (WIPO) para Patentes.

A busca englobou artigos no período de 1982 até 2018, e patentes no período de 2010 a 2018.

Na segunda fase (pré-prospectiva), foram definidas as palavras-chave para a busca e o código da classificação internacional de patentes (CIP) a ser utilizado.

As palavras-chave foram “nanotecnologia” e “*nanotechnology*”, abrangendo todos os idiomas, decidiu-se que o processo de busca seria realizado com refinamento na coleção de revista MEDLINE/PubMed (NLM) para artigos, e para patentes, o refinamento na subclasse de família A61K, que se refere a Preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas (dispositivos ou métodos especialmente adaptados para dar aos produtos farmacêuticos formas físicas determinadas ou para sua administração).

A pesquisa no banco de dados foi realizada entre o dia 1 (primeiro) e 2 (dois) de agosto de 2019. Quanto ao método, foi aplicado devido à especificidade do tipo de patente procurada. Com o objetivo da análise da quantidade de patentes depositadas, do ano de depósito e para descobrir quais são os maiores países depositantes na área.

3.1 Metodologia para a busca de artigos

O primeiro indicador são os artigos, utilizando a base e dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior o Periódico CAPES, no período da primeira publicação em 1982 até 2018.

A pesquisa foi realizada no *site* de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior o Periódico – CAPES (www.periodicos.capes.gov.br), inserindo no campo de busca “por assunto”, na primeira busca a palavra-chave “nanotecnologia”, e na segunda busca, o respectivo termo em inglês “*nanotechnology*”, os resultados foram refinados pela coleção MEDLINE/PubMed(NLM), revista especializada em saúde. Conforme fluxograma da Figura 1.

FIGURA 1

Figura 1. Fluxograma da busca de periódicos na CAPES.

Fonte: Autor (2020)

Para o segundo indicador tem-se as patentes, utilizando a base de dados do Patentscope da World Intellectual Property Organization (WIPO), no período de 2010 até 2018.

3.2 Metodologia para a busca de patentes

Para o segundo indicador tem-se as patentes, utilizando a base de dados do Patentscope da World Intellectual Property Organization (WIPO), no período de 2010 até 2018.

FIGURA 2

Figura 2. Fluxograma da busca de patentes no Patentscope.

Fonte: Autor (2020)

Definições dos códigos IPC:

FIGURA 3

Figura 3. Fluxograma do refinamento de subclasse de patentes.

Fonte: Autor (2020)

A = Necessidades Humanas

A61 = Ciência Médica ou Veterinária; Higiene

A61K = Preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas (dispositivos ou métodos especialmente adaptados para dar aos produtos farmacêuticos formas físicas determinadas ou para sua administração).

Na terceira fase (prospectiva), os resultados das buscas no Portal de Periódicos da Capes, foram inseridos manualmente no Microsoft Excel 2016, e os resultados do Patentscope foram exportados já no formato de planilhas (xlsx), uma funcionalidade do site.

Os estudos foram realizados em relação ao número de patentes, ano de depósito, e concessão das patentes, o país de depósito, as empresas a que pertenciam e o que protegiam. Houve também análises gerais, individuais e comparativas de cada banco de dados.

Na quarta fase (pós-prospectiva) é onde são apresentados os resultados.

Foram utilizados os métodos *Assessment* no mapeamento dos artigos e patentes, o *Forecasting* para prever a evolução e o *Foresight* para visualizar o futuro das pesquisas em nanotecnologia, o estudo se caracterizou por ser de curto prazo, pois a pesquisa durou entre 1 e 3 anos.

Os resultados serão descritos na próxima seção.

4. Resultados e discussão

Nesta etapa aplicamos a metodologia proposta no presente trabalho para mapear os estudos com inovação tecnológica sobre o uso da nanotecnologia na área farmacêutica com o intuito de verificar o crescimento dos depósitos de patentes no Brasil e no mundo, mediante a análise de depósitos de patentes na base Patentscope da World Intellectual Property Organization (WIPO).

Realizamos as buscas em artigos no campo de nanotecnologia em geral e de nanotecnologia em fármacos publicados na base de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Buscamos também identificar as patentes no campo de nanotecnologia em geral e de nanotecnologia em fármacos depositadas na base de patentes Patentscope da World Intellectual Property Organization (WIPO).

E retratamos a quantidade e a especificidades das patentes de nanotecnologia depositadas nacionalmente e internacionalmente.

Os dados coletados das bases foram inseridos no Microsoft Excel 2016 e a partir destes dados gerou-se gráficos de barras com cada pesquisa para uma melhor visualização e análise da evolução das publicações e dos depósitos de patentes.

O capítulo foi dividido em dois subitens o primeiro para o estudo do quantitativo de artigos publicados base de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o segundo para o quantitativo dos pedidos de patentes no sistema Patentscope (WIPO).

4.1. Indicador 1: Pesquisa de artigos científicos

4.1.1. Quantitativo de artigos científicos na base de dados CAPES

Na Figura 4 são apresentados os números de artigos com o termo em inglês “nanotechnology” e o termo em português “nanotecnologia” encontrados na base de dados do Periódico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior o Periódico (CAPES).

FIGURA 4

Figura 4. Gráfico comparativo dos artigos publicados na base de dados CAPES
Fonte: Autor (2020)

Com a expressão em inglês *nanotechnology* descontando a coleção Medline/Pubmed o resultado foi de 374.227 artigos e 127.424 derivados da coleção Medline/PubMed revista especializada em Medicina, um total de 501.651 artigos. Com o termo nanotecnologia descontando a coleção Medline/Pubmed encontramos 3.074 artigos, na coleção Medline/PubMed foram 788 artigos, um total de 3.862 artigos. A

1
2
3 quantidade de artigos de nanotecnologia em inglês é quase 130 vezes maior do que os
4 escritos em português, sendo assim a representação do tema em português é de
5 aproximadamente 0,82%, com relação aos artigos da revista Medline/PubMed revista
6 dedicada ao assunto da saúde, a quantidade de artigos é 161 vezes maior na língua inglesa
7 em relação a língua portuguesa, gerando uma representação de aproximadamente 0,62%.

8 Sendo assim, é possível identificar uma superioridade em número de artigos em
9 inglês, em comparação aos artigos em português. Uma das explicações é do fato da língua
10 inglesa ser mais abrangente, por ser considerada como linguagem universal, gerando
11 assim maior visibilidade de um trabalho.
12
13

14 15 4.1.2 Comparação da evolução das publicações de artigos em *nanotechnology* x 16 *nanotecnologia*

17 Na Figura 5 é apresentado o comparativo no número de artigos com o termo em
18 inglês “*nanotechnology*” e o termo em português “nanotecnologia” encontrados na base
19 de dados do Periódico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
20 o Periódico (CAPES).
21
22

23 24 25 **FIGURA 5**

26
27 **Figura 5.** Gráfico da evolução das publicações dos artigos em *nanotechnology* e
28 nanotecnologia na base de dados da CAPES.

29 Fonte: Autor (2020)
30
31

32 Tem-se que a primeira publicação de artigos em inglês ocorreu no ano de 1982 e
33 somente em 1998 com o termo em português, observa-se um crescimento exponencial a
34 partir de 2005, nesse ano encontrou-se 11599 publicações em inglês e 26 publicações em
35 português.
36

37 O valor em 2018 representa o auge das publicações de nanotecnologia no Brasil
38 e no Mundo com 506 e 76315 publicações respectivamente.

39 Nos últimos 5 anos do intervalo que compreendem os anos de 2014 até 2018,
40 houveram 248953 publicações, valor este que representa 49,89% das publicações sobre o
41 assunto em relação a soma de todos os anos anteriores onde se constataram as pesquisas
42 no assunto.
43

44 Sendo assim, no período que vai do ano de 2014 até 2018 foram publicados quase
45 a metade de todo o conhecimento em nanotecnologia.
46
47

48 4.1.3 Comparação da evolução das publicações de artigos em *nanotechnology* x 49 *nanotechnology de fármacos*

50 Na Figura 6 tem-se a representação da evolução das publicações, por ano, de
51 artigos de todas as áreas e a estratificação dos artigos da coleção Medline/PubMed revista
52 especializada em Medicina.
53

54 55 **FIGURA 6**

56
57
58
59
60

Figura 6. Gráfico comparativo da evolução das publicações dos artigos em *nanotechnology* e *nanotechnology* estratificado da coleção Medline/Pubmed na base de dados da CAPES.
Fonte: Autor (2020)

Na Figura 6 observa-se a evolução das publicações de artigo de Nanotechnology e Nanotechnology estratificada na revista de referência em saúde Medline/PubMed, por ano, observa-se um crescimento exponencial em ambos os seguimentos.

Cabe salientar que nos últimos 5 anos do intervalo que compreendem os anos de 2014 até 2018, houveram 246697 publicações em nanotechnology, valor este que representa 51,56% das publicações sobre o assunto em relação a soma de todos os anos anteriores onde se constataram as pesquisas no assunto.

4.2. Indicador 2: Pesquisa de depósitos de patentes

4.2.1 Quantitativo de pedidos de patentes de nanotecnologia no mundo

A busca de patentes depositadas com relação à Nanotecnologia foi realizada na base de patentes da WIPO, o sistema Patentscope.

Na Figura 7 são apresentados os países com mais depósitos de patentes em nanotecnologia, no período de 2010 a 2018.

FIGURA 7

Figura 7. Pedidos de patentes em nanotecnologia no mundo.

Fonte: Autor (2020)

Assim, pode-se observar que o resultado foi de 20.921 depósitos patentes somente nos Estados Unidos. No Brasil foram identificados 207 depósitos, um quantitativo de aproximadamente 0,98% em relação aos dados Norte Americano.

Em 2º lugar tem-se a China com o quantitativo de 4.843 depósitos de patentes números estes 5 vezes menores que os Estados Unidos.

Em 3º lugar tem-se o Japão com o quantitativo de 2.514 depósitos de patentes, seguido por Austrália com 1472 depósitos de patentes, República da Coreia com 1458, Canadá com 1415, Rússia com 924, Alemanha com 432, Brasil com 207, Portugal com 65, México com 28, Espanha com 18 e Índia com 4 depósitos de patentes.

Pode-se observar que o Brasil tem uma representatividade significativa na área de nanotecnologia, estando bem à frente de países como Portugal, México e Espanha.

O Brasil está entre os dez maiores depositantes de patentes em nanotecnologia no mundo, uma classificação de grande relevância.

4.2.2 Comparação dos pedidos de patentes em nanotecnologia no mundo x Brasil

Na Figura 8 é feita uma comparação com os pedidos de patentes em nanotecnologia no Brasil e no mundo, no período de 2010 a 2018.

FIGURA 8

Figura 8. Gráfico comparativo da evolução dos pedidos de patentes em nanotecnologia no Brasil e no mundo.

Fonte: Autor (2020)

Verificou-se na Figura 8 a evolução dos pedidos de patentes de nanotecnologia no Brasil e no restante do Mundo, entre 2010 e 2018.

No gráfico tem-se uma visão do quanto os depósitos de patentes no Brasil representam em relação os depósitos mundiais

Com 48 depósitos em 2011, entre os 207 de todo o período averiguado.

4.2.3 *Quantitativo de pedidos de patentes em nanotechnology de cada classificação internacional de patentes (CIP) no mundo.*

A Figura 9 é composta pela representação das 10 subclasses de famílias com maior relevância nos pedidos de patentes em nanotecnologia no mundo, no período de 2010 a 2018.

FIGURA 9

Figura 9. Gráfico do quantitativo de depósito de patentes em *nanotechnology* por subclasse.

Fonte: Autor (2020)

Verificou-se na Figura 9 que a subclasse A61K (Preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas é a que tem mais depósitos em patentes de nanotecnologia no mundo com 7730 depósitos.

Logo em seguida tem-se com 2211 depósitos, a subclasse A61P referente a atividade terapêutica específica de compostos químicos ou Preparações medicinais

E 1111 depósitos na subclasse C12N, que representa a investigação ou análise dos materiais pela determinação de suas propriedades químicas ou físicas

A busca em escala mundial foi realizada utilizando-se o termo “nanotechnology”, ou seja, em inglês.

Observa-se a predominância da classe A61 sobre a ciência médica ou veterinária; higiene nos depósitos de patentes mundiais, sendo as subclasses predominantes a A61K, A61P, A61L e A61Q que são voltadas para a área da saúde.

4.2.4 *Quantitativo de pedidos de patentes em nanotecnologia de fármacos(A61K) no mundo*

Na Figura 10 são apresentados os países com mais depósitos de patentes em nanotecnologia de fármacos, no período de 2010 a 2018.

FIGURA 10

Figura 10. Gráfico dos maiores depositantes de patentes em nanotecnologia no mundo.

Fonte: Autor (2020)

Pode-se observar que o resultado foi de 3.044 patentes somente nos Estados Unidos. No Brasil foram identificados 53 depósitos, um quantitativo de aproximadamente 1,74% em relação aos dados norte-americanos.

Analisando o gráfico percebemos uma grande contribuição das pesquisas norte-americanas, superando o quantitativo de todos os demais países reunidos.

A China como segunda maior potência mundial tem 475 depósitos, seguidos pela Austrália com surpreendentes 451 depósitos.

Em relação a Figura 10, observa-se que, dos 207 pedidos nacionais, 53 patentes são da subclasse A61K de preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas, subclasse na qual focamos nossos estudos.

4.2.5 Comparação dos pedidos de patentes em nanotecnologia de fármacos(A61K) no mundo x Brasil

Na Figura 11 é realizada uma comparação com os pedidos de patentes da subclasse A61K em nanotecnologia no Brasil e no mundo, no período de 2010 a 2018.

FIGURA 11

Figura 11. Gráfico comparativo da evolução dos pedidos de patentes em nanotecnologia na subclasse A61K no Brasil e no Mundo.

Fonte: Autor (2020)

Na comparação entre os depósitos de patentes no Brasil e no mundo relativo à subclasse A61K, tem-se que em 2010, foram realizados 4 depósitos enquanto que nos restantes do mundo teve 459 depósitos.

Em 2011, foram 11 depósitos no Brasil enquanto no restante do mundo foram 524 depósitos.

2012, o Brasil não teve registro de depósitos, enquanto no resto do mundo foram 486 depósitos.

No ano de 2013, foram realizados 4 depósitos no Brasil e nos restantes dos países 556 depósitos.

Em 2014, foram realizados 8 depósitos no Brasil na subclasse A61K e nos demais 676 depósitos.

No ano de 2015, apenas 1 depósito foi realizado no Brasil e nos demais países houve 660 depósitos.

Em 2016, houve 3x mais depósitos no Brasil que no ano anterior e nos demais 805 depósitos.

Já em 2017, foram realizados 4 depósitos no Brasil e nos demais países 818 depósitos.

E no último ano do levantamento, foram realizados 4 depósitos no Brasil e nos demais 803 depósitos.

Pode-se perceber uma estabilização nos depósitos a partir de 2016.

Após a pesquisa do referencial teórico e a interpretação de todos os gráficos referentes a publicações de artigos e de depósitos de patentes, chegamos a perceber que o Brasil tem estrutura e relevância nas pesquisas de nanotecnologia e nanotecnologia voltada para a área da saúde.

Logo a hipótese de que o Brasil estaria atrás nas pesquisas foi refutada pois constatamos uma significativa quantidade de pesquisas relacionadas ao tema.

5. Considerações finais

O trabalho de pesquisa surgiu para averiguar a relevância do Brasil nas pesquisas e nos depósitos de patentes em nanotecnologia e nanotecnologia de fármacos.

Constata-se que o objetivo geral foi atendido porque o trabalho conseguiu mapear os estudos (de inovação tecnológica) sobre o uso da nanotecnologia na área de fármacos, pois foi possível verificar o crescimento dos artigos publicados e os depósitos de patentes no Brasil e no mundo.

Conseguimos também identificar os artigos no campo de nanotecnologia em geral buscando pela palavra-chave em Inglês e em Português, para nanotecnologia em fármacos foi necessário realizar o refinamento pela revista de saúde Medline/Pubmed, na base de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Localizamos as patentes no campo de nanotecnologia em geral e de nanotecnologia em fármacos depositadas na base de patentes da World Intellectual Property Organization (WIPO) no sistema Patentscope, para as patentes de nanotecnologia em fármacos foi possível quando refinamos para a subclasse A61K.

Quantificamos, e classificamos as patentes pela Classificação Internacional de Patentes (CIP) depositadas nacionalmente e internacionalmente.

A pesquisa partiu da hipótese de que o Brasil por ser um país em desenvolvimento ainda não estivesse entre os maiores depositantes de nanotecnologia, já que as pesquisas nessa área demandam investimento em equipamentos caros e mão de obra altamente qualificada.

Durante a pesquisa e analisando os resultados, consideramos que a nossa hipótese foi refutada, pois o Brasil obteve destaque em seus resultados em relação a países como Portugal e México, mas com necessidade de expansão na área para se aproximar de países desenvolvidos.

Para o problema proposto no trabalho teve uma solução plausível com a metodologia empregada.

Diante da metodologia proposta percebe-se que o trabalho poderia ter sido realizado em um aspecto mais amplo, mas limitações na busca do periódico Capes em relação a busca de assunto não podendo ser refinado por área mas apenas por coleção faz com que uma percentagem de periódicos de fármacos não seja contabilizada, logo não conseguimos abranger todos os periódicos de fármacos da base CAPES e limitações na exportação do sistema Patentscope em 10 anos ou no máximo 10mil resultados em xls, também inviabilizou abranger um espaço de tempo maior e todos os depósitos de nanotecnologia na base da WIPO.

Nesse sentido, por experiências realizadas de buscas em outras bases, possamos afirmar que não existe uma base que atenda em sua plenitude, mas sim uma base que melhor se adapta ao seu problema de pesquisa.

6. Referências

- ABDI. (2010), “Estudo Prospectivo Nanotecnologia”, *Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial*, Brasília, DF, Brasil, p. 392.
- Alves, O. L. (2004), “Nanotecnologia, nanociência e nanomateriais: quando a distância entre presente e futuro não é apenas questão de tempo”, *Parcerias Estratégicas*, Brasília, DF, Brasil, Vol. 18, p. 40.
- Armstrong, J.S. (2001), *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*, Armstrong, J.S, Philadelphia, PA, United States of America.
- Bahruth, E.B., Antunes, A.M.S. and Bomtempo, J.V. (2006), “Prospecção Tecnológica na Priorização de Atividades de C & T: caso Q-Trop_Tb”, *Gestão Em*

- 1
2
3 *Biotecnologia*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- 4 Biaggi, D.E., Piacente, F.J. and Silva, V.C. (2015), “Produção de etanol de segunda
5 geração a partir da cana-de-açúcar: estudo de prospecção de patentes”, São Paulo,
6 SP, Brasil, pp. 300–324.
- 7
8 Cancino, J., Marangoni, V.S. and Zucolotto, V. (2014), “Nanotechnology in medicine:
9 concepts and concerns.”, *Química Nova*, Vol. 37 No. 3, pp. 521–526.
- 10 Delgado, I.F. and Paumgarten, F.J.R. (2013), “Current challenges in toxicological
11 research: Evaluation of the developmental toxicity of manufactured
12 nanomaterials”, *Vigilância Sanitária Em Debate*, Vol. 1 No. 4, p. 114/70.
- 13 Feynman, R.P. (1960), “Há mais espaços lá embaixo”, *Caltech’s Engineering and
14 Science*.
- 15
16 Frantiescoli A. Dimer, Friedrich, R.B., Beck, R.C.R., Guterres, S.S. and Pohlmann, A.R.
17 (2013), “Impactos da nanotecnologia na saúde: produção de medicamentos”,
18 *Química Nova*, Vol. 36 No. 10, pp. 1520–1526.
- 19 Gil, A.C. (2008), *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*, 5th ed., Atlas, São Paulo, SP,
20 Brasil, available at: (accessed 27 August 2019).
- 21
22 Hohendorff, R.V., Coimbra, R. and Engelmann, W. (2016), “As nanotecnologias, os
23 riscos e as interfaces com o direito à saúde do trabalhador”, *Revista de Informação
24 Legislativa*, Brasília, DF, Brasil, Vol. 53 No. 209, pp. 151–172.
- 25 Joachim, C. and Plévert, L. (2009), “Nanociências: a revolução do invisível”, *Jorge
26 Zahar*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- 27 Kupfer, D. and Tigre, P. (2004), “Modelo SENAI de prospecção: Documento
28 Metodológico”, *Capítulo 2: Prospecção Tecnológica*.
- 29
30 Marcone, G. (2017), “Nanotecnologia e Nanociência: Aspectos gerais, aplicações e
31 perspectivas no contexto do brasil”,
32 [https://www.analiticanet.com.br/pt/noticias/nanotecnologia-e-nanociencia-
33 Aspectos-Gerais-Aplicacoes-e-Perspectivas-No-Contexto-Do-Brasil](https://www.analiticanet.com.br/pt/noticias/nanotecnologia-e-nanociencia-aspectos-gerais-aplicacoes-e-perspectivas-no-contexto-do-brasil), available
34 at: (accessed 25 July 2019).
- 35
36 Marconi, M.D. and Lakatos, E.M. (2011), “Técnicas de Pesquisa: planejamento e
37 execução de pesquisas, amostragem e técnicas de pesquisa, elaboração e
38 interpretação de dados.”, *Atlas S.A*, São Paulo, SP, Brasil, No. 7.
- 39
40 Martinez, D.S.T. and Alves, O.L. (2013), *Interação de Nanomateriais Com Biosistemas
41 e a Nanotoxicologia: Na Direção de Uma Regulamentação*, available at:
42 [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-
43 67252013000300012](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252013000300012) (accessed 27 July 2019).
- 44
45 Mayerhoff, Z.D.V.L. (2008), “Uma Análise Sobre os Estudos de Prospecção
46 Tecnológica”, *Cadernos de Prospecção*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Vol. 1 No. 1,
47 pp. 1–9.
- 48
49 Novo, M.S. (2013), *Nanociências, Nanotecnologia: Uma Visão Desde Seu Nascimento
50 Até a Apresentação Das Temáticas à Sociedade*, Universidade Federal do Rio
51 Grande, Rio Grande, RN, Brasil, available at: (accessed 27 July 2019).
- 52
53 Porter, A.L. and Youtie, J. (2009), “How interdisciplinary is nanotechnology?”, *Journal
54 of Nanoparticle Research*, Vol. 11 No. 5, pp. 1023–1041.
- 55
56 Pyrrho, M. and Roland Schramm, F. (2016), *Nanotecnologia e Humanidade*, 1st ed.,
57 Imprensa da Universidade de Coimbra, available at: [https://doi.org/10.14195/978-
58 989-26-1263-8](https://doi.org/10.14195/978-989-26-1263-8).
- 59
60 Quintella, C.M., Meira, M., Guimarães, A.K., Tanajura, A.S. and SILVA, H.R.G. (2011),
“Prospecção Tecnológica como uma Ferramenta Aplicada em Ciência e
Tecnologia para se Chegar à Inovação”, *Revista Virtual de Química*, Salvador,
Bahia, Brasil, Vol. 3 No. 5, pp. 406–415.

- 1
2
3 Ribas, R.T.M. and Olivo, L.C.C. (2016), “Adoção de métodos científicos como
4 componente metodológica e sua explicitação nas dissertações publicadas entre
5 2010 e 2014 de um programa de pós-graduação em administração”, *Revista de*
6 *Ciências Da Administração*, Vol. 18 No. 44, pp. 81–90.
- 7
8 Saikia, S., Mahnot, N.K. and Mahanta, C.L. (2015), “Optimisation of phenolic extraction
9 from Averrhoa carambola pomace by response surface methodology and its
10 microencapsulation by spray and freeze drying”, *Food Chemistry*, Vol. 171, pp.
11 144–152.
- 12 Schulz, P.A.B. (2005), “O que é nanociência e para que serve a nanotecnologia?”, *Física*
13 *Na Escola*, São Paulo, SP, Brasil, Vol. 6 No. 1, pp. 58–62.
- 14 Schulz, P.A.B. (2009), “A encruzilhada da nanotecnologia: inovação, tecnologia e
15 riscos”, *Revista de Administração Contemporânea*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil,
16 Vol. 14 No. 5, pp. 983–985.
- 17
18 Union européenne and Direction générale de la recherche. (2012), *Nanotechnologies*
19 *Principles, Applications, Implications and Hands-on Activities: A Compendium*
20 *for Educator*, Office for Official Publications of the European Communities,
21 Luxembourg.
- 22
23 Zackiewicz, M. and Salles-Filho, S. (2011), “Technological Foresight: um instrumento
24 para política científica e tecnológica.”, *Parcerias Estratégicas*, Brasília, DF,
25 Brasil, No. 10, pp. 144–161.
- 26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

FIGURA 1

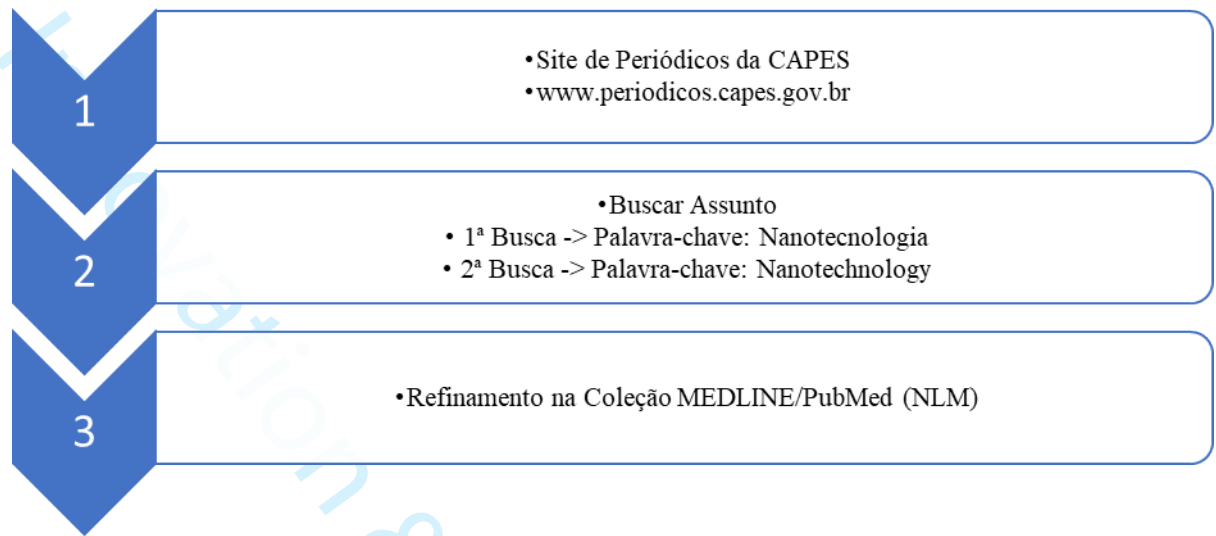


FIGURA 2

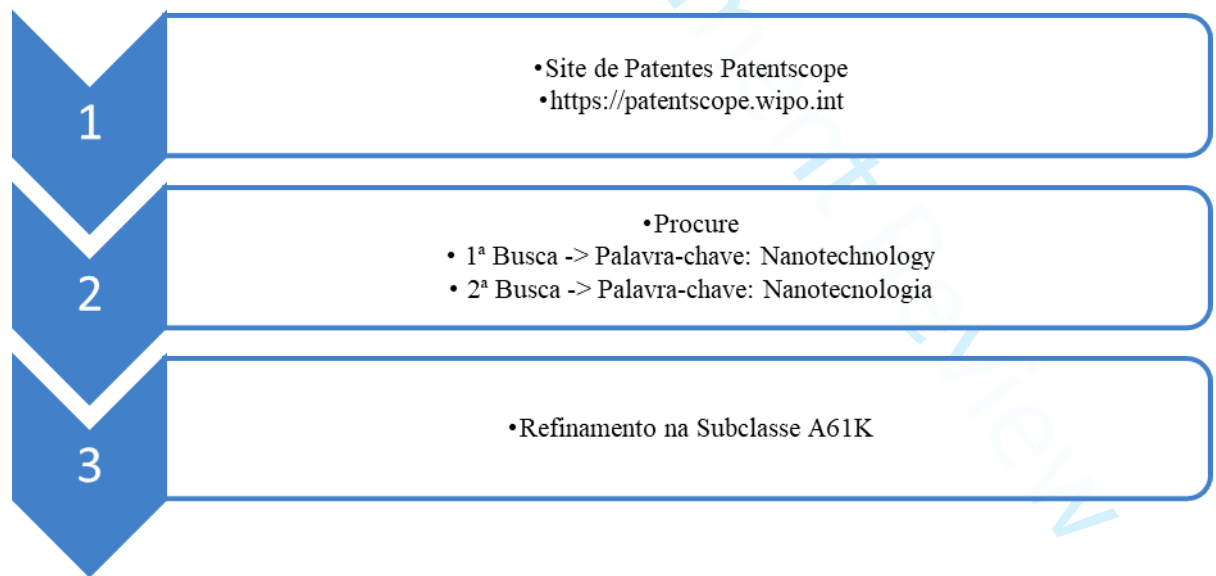


FIGURA 3

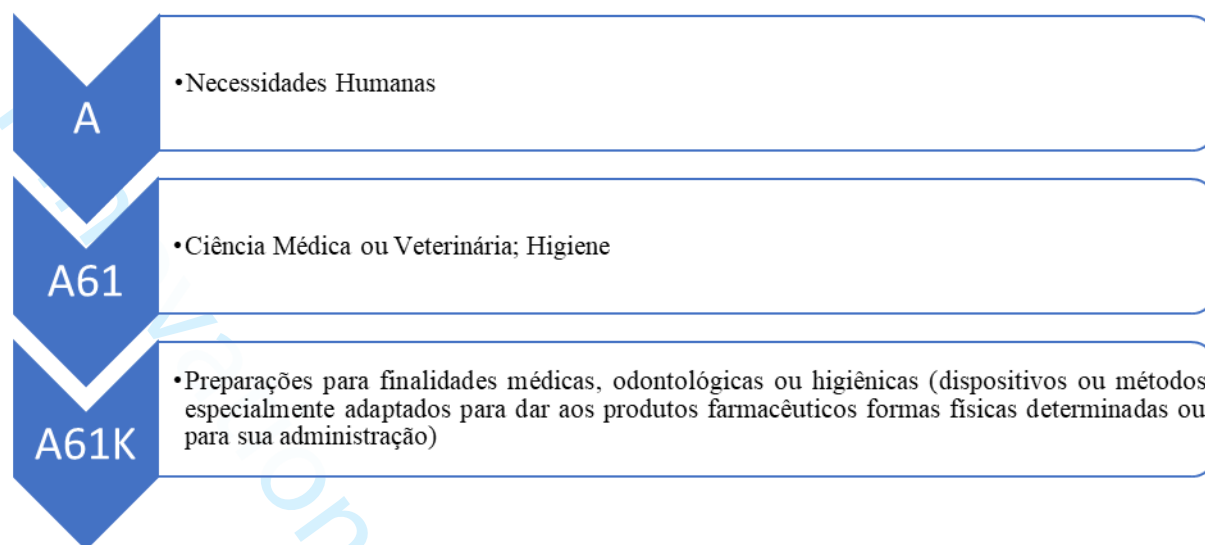


FIGURA 4

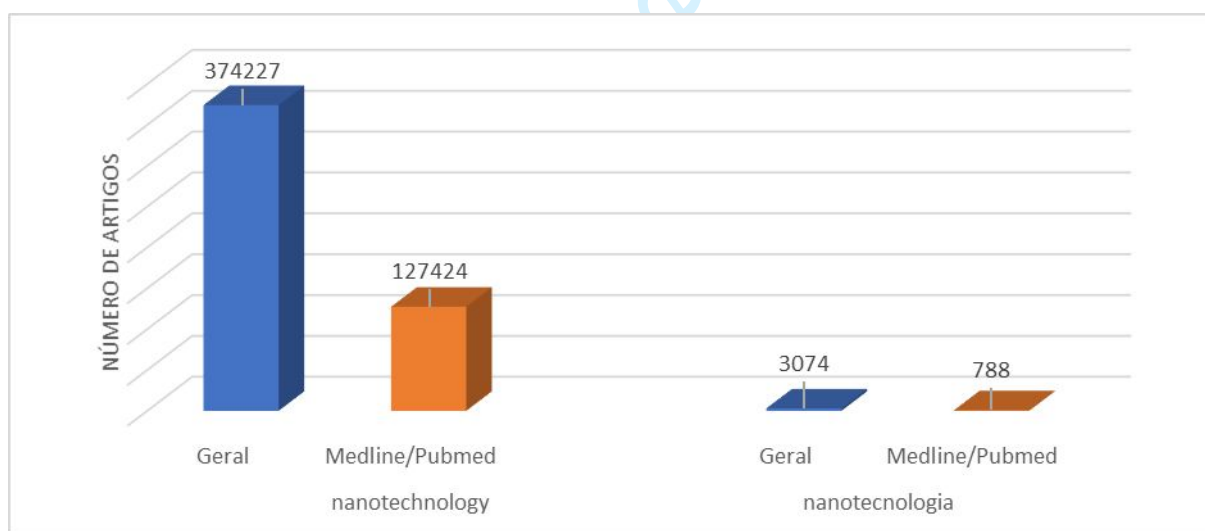


FIGURA 5

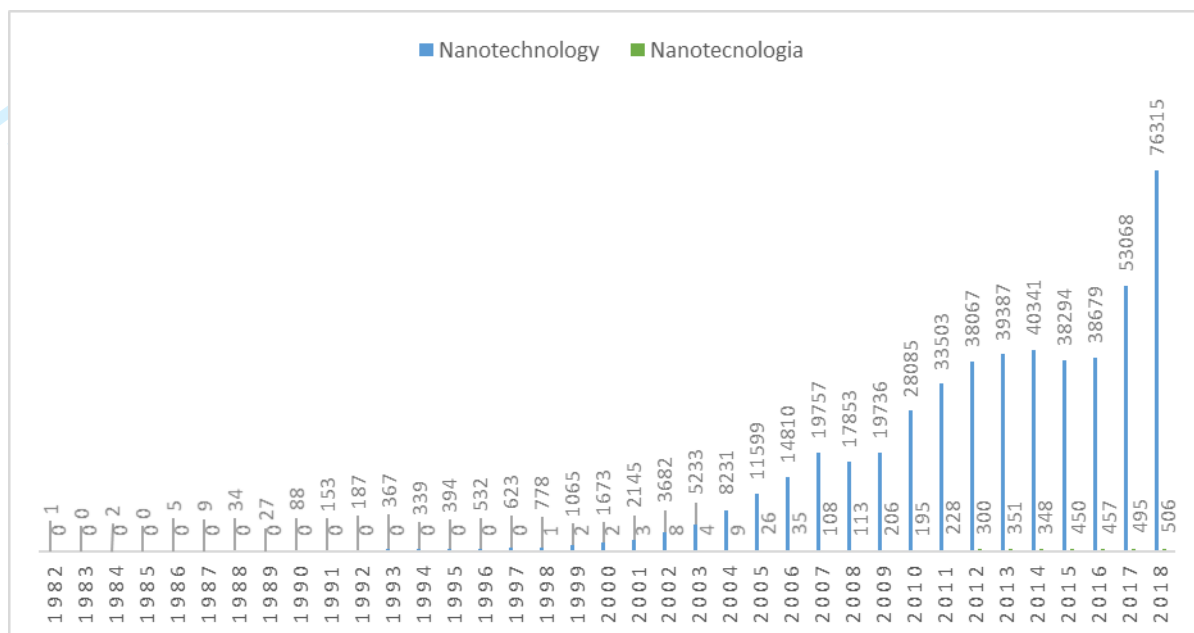


FIGURA 6

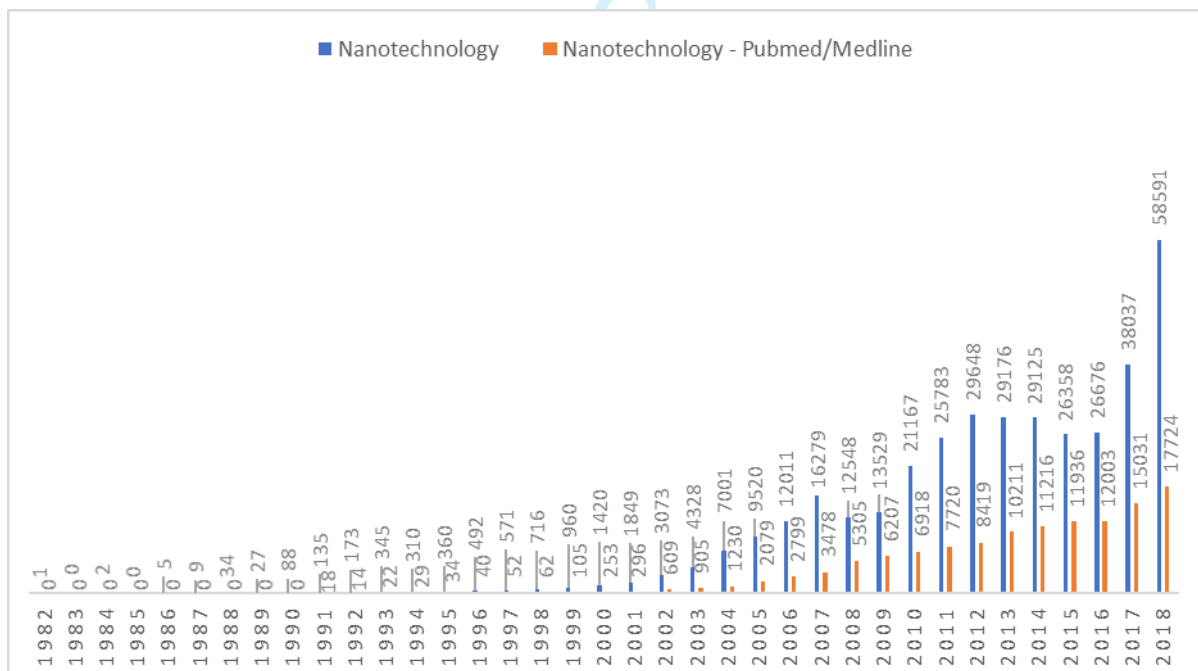


FIGURA 7

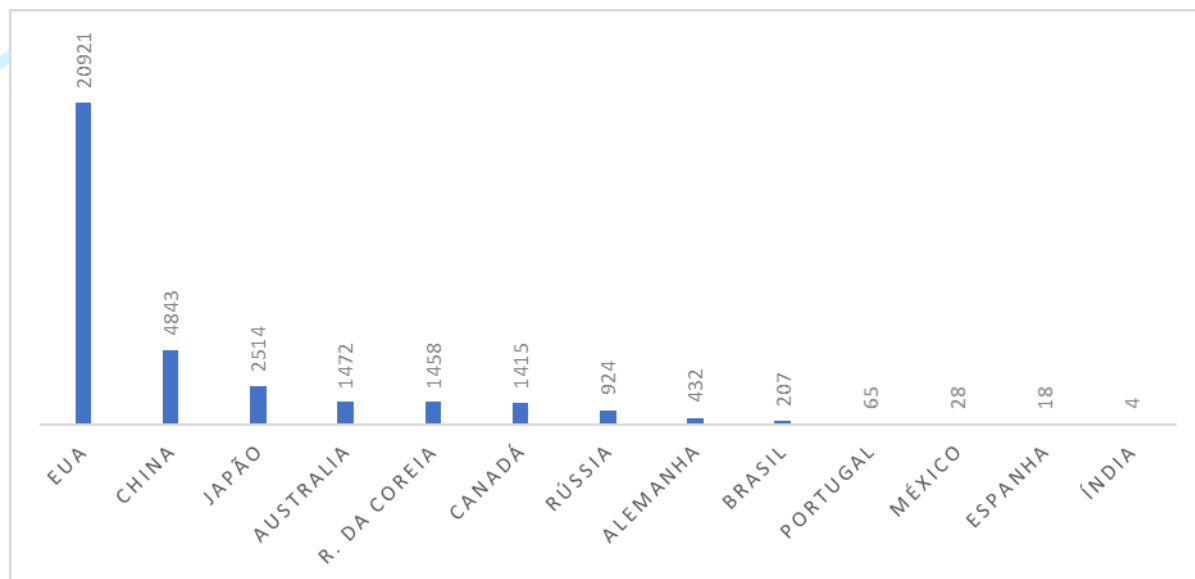


FIGURA 8

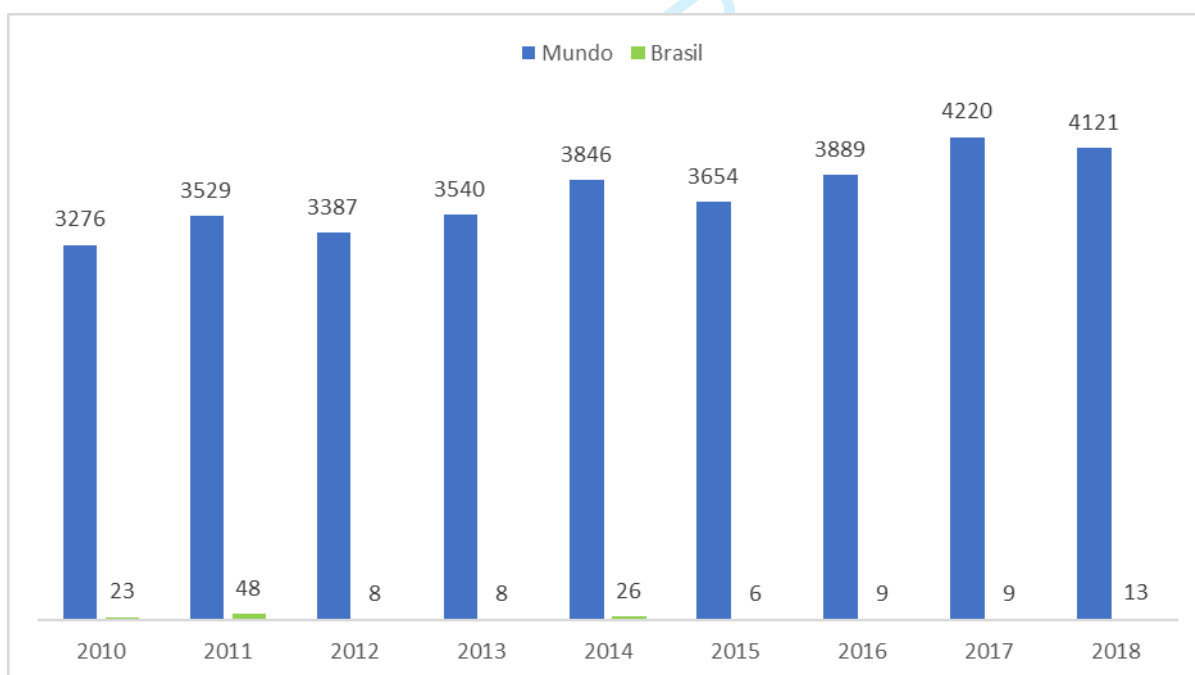


FIGURA 9

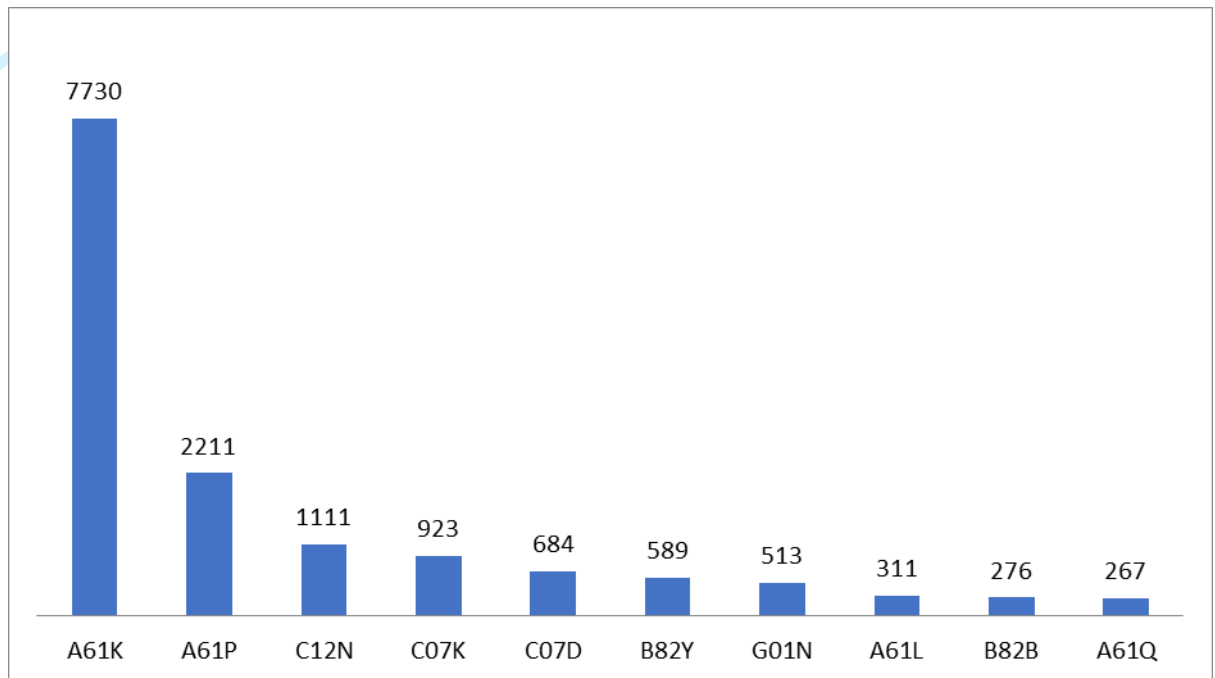


FIGURA 10

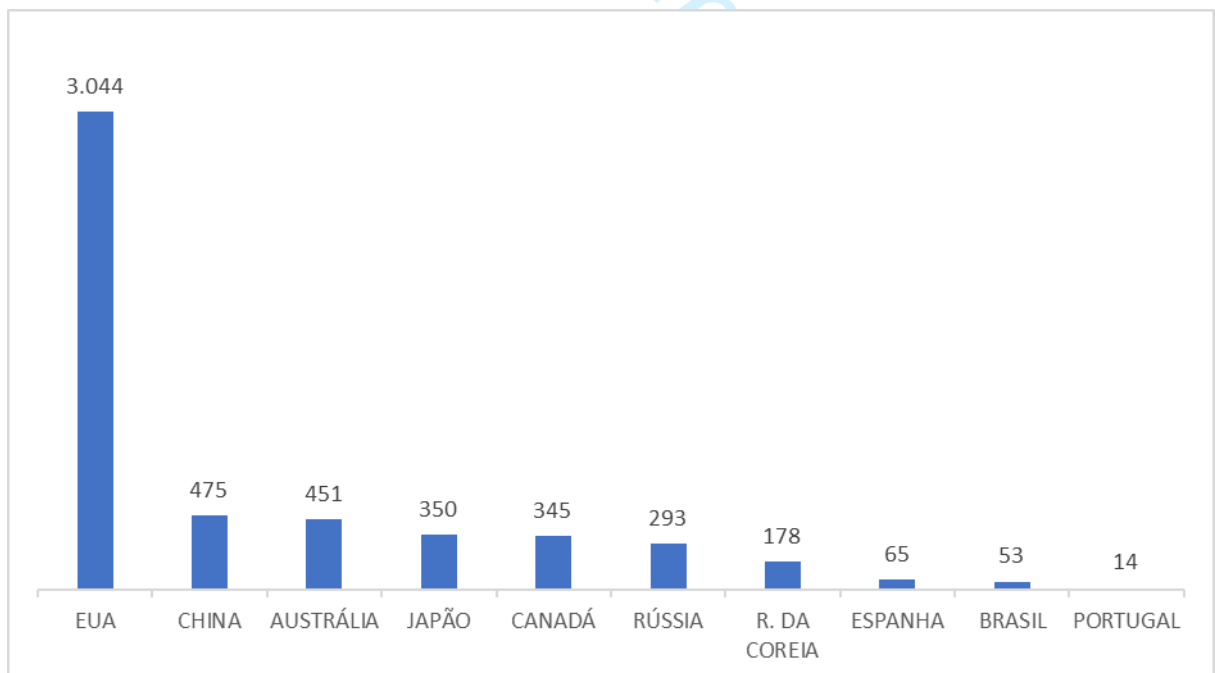
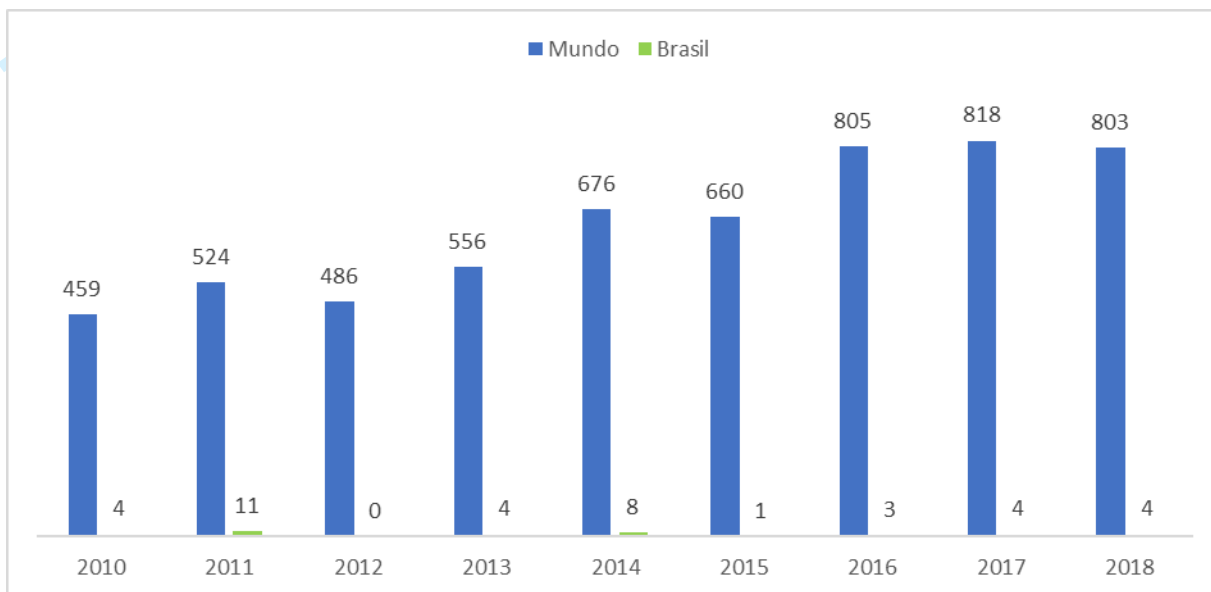


FIGURA 11



Management Review

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60