

NANOTECNOLOGIA NA SOCIEDADE ATUAL: MAPEAMENTO DA PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO NO CONTEXTO DO RISCO JURÍDICO, SANITÁRIO E AMBIENTAL

NANOTECHNOLOGY IN CURRENT SOCIETY: MAPPING OF KNOWLEDGE PRODUCTION IN THE CONTEXT OF LEGAL, SANITARY AND ENVIRONMENTAL RISK

GABRIELLE JACOBI KÖLLING

Doutora em Direito Público (Unisinos). Mestre em Direito Público (Unisinos). Especialista em Direito Sanitário (ESPRS e Universidade de Roma Tre). Bacharel em Direito (Unisinos). Membro da Red Iberoamericana de Derecho Sanitario. Professora Titular da Universidade Municipal de São Caetano do Sul - USCS e da Universidade São Francisco - USF/SP.X

DÉBORA DA SILVA

Mestre em Saúde Ambiental (Faculdade Metropolitanas Unidas- FMU). Graduada em Biomedicina (Faculdade Metropolitanas Unidas- FMU).

DANIEL EDUARDO VISCIANO DE CARVALHO

Mestre em Saúde Ambiental (Faculdade Metropolitanas Unidas- FMU). Graduado em Zootecnia (Universidade Júlio de Mesquita Filho - UNESP).

RESUMO

Entre as novas tecnologias que estão sendo desenvolvidas para o setor agroalimentar está a nanotecnologia. Um nanômetro equivale a 10-9 m, ou seja, um bilionésimo do metro. Por trabalhar com escalas muito pequenas, novas propriedades e funções podem ser criadas, gerando inovações em diversas áreas do conhecimento. O uso da nanotecnologia em distintas ciências têm sido considerado a base para a próxima revolução industrial; no entanto, isso gera riscos ainda desconhecidos ao meio ambiente e à saúde. Nota-se que a nanotecnologia faz parte de um conjunto de tecnologias que conformarão a próxima revolução tecnológica. Assim, a pretensão do artigo é analisar o contexto da nanotecnologia na sociedade atual e mapear a produção científica acerca do tema no Brasil. No que tange ao método, inicialmente, será descritivo-analítico; posteriormente, será empírico, uma vez que serão feitas análises quali-quantitativas acerca da produção científica relacionada à nanotecnologia. No que concerne aos resultados, observa-se que a nano ocupa um locus central na sociedade atual, com riscos ainda desconhecidos e com produção científica interdisciplinar.

Palavras-chave: meio ambiente; nanotecnologia; produção de conhecimento; riscos; sociedade.

ABSTRACT

Among the new technologies being developed for the agrifood sector is nanotechnology. One nanometer equals 10-9 m, or one billionth of a meter. By working with very small scales, new properties and functions can be created, generating innovations in several areas of knowledge. The use of nanotechnology in different sciences has been considered the basis for the next industrial revolution, however, this poses risks to the environment and health yet unknown. It is noted that nanotechnology is part of a set of technologies that will shape the next technological revolution. Thus, the article's intention is to analyze the context of nanotechnology today and to map the scientific production about the subject in Brazil. Regarding the method, it will initially be descriptive-analytical, later it will be empirical, since qualitative-quantitative analyzes will be done about the scientific production related to nanotechnology. Regarding the results, it is observed that the nano occupies a central locus in the current society, with risks still unknown and with interdisciplinary scientific production.

Keywords: environment; nanotechnology; knowledge production; risks; society.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO; 1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA NANOTECNOLOGIA NA SOCIEDADE ATUAL; 2 NECESSIDADE DE ESTUDO DA NANOTECNOLOGIA FACE AOS RISCOS AMBIENTAIS E SANITÁRIOS; 3 APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS SOBRE A PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO NO BRASIL SOBRE NANOTECNOLOGIA; CONCLUSÃO; REFERÊNCIAS.

INTRODUÇÃO

Hoje, somos aproximadamente 7,5 bilhões de habitantes no planeta Terra. A Organização das Nações Unidas (ONU) estima que, em 2030, passaremos à casa dos 8,5 bilhões, e, em 2050, nada mais, nada menos que 9,7 bilhões. Esse viés de crescimento demográfico acaba causando uma enorme pressão na demanda por recursos, quer sejam naturais ou artificiais. Até mesmo o espaço físico passa a ser disputado como objeto detentor de valor intrínseco.

O crescimento populacional implica, invariavelmente, o uso cada vez intenso dos recursos naturais (água, energia, minérios, solo) e a formação de um gigantesco banco de dados global que necessita ser preservado para as futuras gerações. É nesse contexto que surge, como resposta aos desafios da pós-modernidade, a discussão acerca da nanotecnologia e suas múltiplas utilidades.

A nanotecnologia lida, enfim, com o estudo dos materiais nos níveis atômico e molecular, a fim de extrair bens tecnológicos que proporcionam uma melhor qualidade de vida ao homem. Entretanto, como tudo na vida, a nanotecnologia também possui o “outro lado da moeda”, que se materializa no risco do desconhecido, o que requer análise e observação, como condição *sine qua non*, tanto no aspecto preventivo quanto no repressivo.

O direito, na sociedade complexa e contingente, é chamado a dar respostas para os mais variados fenômenos, dentre os quais o uso quase que exacerbado da tecnologia, inserido no contexto nas ciências duras. É nesse (des)compasso entre a evolução da ciência e a baixa velocidade da evolução jurídica que se encontra o tema da regulação do uso de nanotecnologia na sociedade. É relevante destacar que essa perspectiva regulatória está intimamente ligada à saúde pública e ao meio ambiente, mas o sistema do direito tem dificuldades de operacionalizar esse diálogo interdisciplinar. Ainda não temos, no Brasil, a cultura de discutir a regulação das nanotecnologias a partir de um olhar inter ou transdisciplinar que possibilite a interação de

saber e do “manuseio” do fenômeno do risco, da saúde humana e do meio ambiente. Assim, é essencial que haja convivência entre as áreas duras e brandas (física, química, tecnologia etc. e direito, respectivamente), conforme Von Hohendorff e Engelmann (2014) nos advertem, pois, assim, será possível a transdisciplinaridade por meio da linguagem, o que representará uma abertura epistemológica (necessária).

O uso dessa tecnologia está vinculado ao futuro incerto. “Tudo é incerto e derradeiro. Tudo é disperso, nada é inteiro” (PESSOA, [2015]); o conhecimento acerca das nanotecnologias e dos seus efeitos não é inteiro: é incerto e inseguro.

Assim, o objetivo do presente trabalho é analisar o estado da arte da nanotecnologia e mapear a quantidade e o conteúdo dos artigos publicados no país, na plataforma Scielo (Scientific Electronic Library On Line), para apontar, quantitativamente, quais são as pesquisas publicadas, bem como para categorizar os temas vinculados à nanotecnologia que estão sendo desenvolvidos na atualidade

1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA NANOTECNOLOGIA NA SOCIEDADE ATUAL

O termo nanotecnologia está vinculado à manipulação de matéria em escala molecular (SAHOO et al.,2007). Surgiu no final do século XX, com uma promessa de rápidos avanços e profundos impactos sobre a vida humana futura. (JONES,2011).

Um nanômetro equivale a 10^{-9} m, ou seja, um bilionésimo do metro. Por trabalhar com escalas muito pequenas, novas propriedades e funções podem ser criadas, gerando inovações em diversas áreas do conhecimento. (KLOCHIKHIN & SHAPIRA,2012).

A nanotecnologia tem aplicabilidade com grande potencial transformador, cujas aplicações incrementariam quase todo tipo de produção tecnológica atual: fármacos, vestimentas, indústria alimentar, medicina, energia, transporte, comunicações, entre outras (ABDI,2010).

A nanociência prolifera por distintas disciplinas: física, química, biologia, materiais, informação (BUZEA, 2007). Para este estudo, a escolha do tema deu-se em razão de ser uma área estratégica de pesquisa que envolve estudos inter e multidisciplinares que contribuem para o desenvolvimento econômico e social do país. (ALCÁZAR et al.,2011).

A nanotecnologia foi inserida no Brasil como objetivo de política pública em 2001, mas o país não tem sido capaz de desenhar uma estrutura política produtiva e inovativa, consistente e continuada. (PEIXOTO,2013).

Embora o Brasil já apresente no mercado uma grande gama de produtos manufaturados e uma riqueza de linhas de pesquisa relacionadas à nanociência, principalmente no âmbito acadêmico, ainda existe ausência de fatores determinantes para que o país firme uma posição confiável nesses campos (ARCURI et al.,2013).

Dados a multidisciplinaridade, o pouco tempo de desenvolvimento tecnológico aplicado ao tema da nanotecnologia no Brasil e a falta de regulação e de informações sobre os riscos para todos os usos da nanotecnologia, faz-se necessário mapear quais são as produções científicas sobre o uso de nanotecnologia para compreender o atual estado da arte da produção de conhecimento sobre nano.

Há multidisciplinaridade nas nanotecnologias no que diz respeito às suas técnicas. Só assim, é possível dominar partículas com dimensões muito pequenas, que apresentam propriedades mecânicas, óticas, magnéticas e químicas constantemente inovadoras (VON HOHENDORFF; ENGELMANN, 2014).

Nota-se, pois, que quando o assunto é nanotecnologia, as possibilidades conceituais são abrangentes. Pode-se compreender a tecnologia nano como controle da matéria e os processos em nanoescala, tipicamente, mas não exclusivamente, inferiores a 100 nanômetros em uma ou mais dimensões. Nesse contexto, o aparecimento de fenômenos dependentes do tamanho, geralmente, permite novas aplicações. Existe, ainda, a utilização das propriedades dos materiais em nanoescala, que são diferentes das propriedades dos átomos e moléculas individuais, e matérias a granel, para criar materiais, dispositivos e sistemas melhores que explorem essas novas propriedades (FRONZA et al, 2007).

A nanotecnologia pode ser aplicada em praticamente todas as áreas da sociedade, e isso demanda interdisciplinaridade para sua elaboração e para integração de diversas disciplinas; é uma tecnologia que demanda epistemologia transdisciplinar e multidisciplinar. Levando em conta essas características, ela é considerada a via para a resolução de muitos dos problemas da atualidade (MEDEIROS et al, 2006).

A nanociência e a nanotecnologia (N&N), o estudo e a aplicação dessa tecnologia, respectivamente, ganham espaço no cenário brasileiro a partir dos anos 2000, quando ocorreram as primeiras iniciativas de reunir pesquisadores que já atuavam ou que tinham interesse na área

(FERNANDES; FILGUEIRA, 2008). No entanto, a discussão da regulação, na ótica jurídica, ainda é recente, incipiente e disciplinar.

Desde 1990, muitos cientistas brasileiros e ao redor do mundo trabalham na área da nanotecnologia, mas não com uma expressiva produção e comercialização. (ANONYMOUS, 2012). O Brasil tomou em 2001 as primeiras medidas para estruturação do desenvolvimento da nanotecnologia (PKENTZ e FAZZIO, 2013). Nesse sentido, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) apoiou o desenvolvimento científico, por meio da formação de quatro redes cooperativas de pesquisa e quatro institutos.

O Brasil construiu um sistema de ciência e tecnologia que se caracteriza pela quase excelência do ponto de vista dos padrões conhecidos nos países em desenvolvimento, muitas vezes, até se equiparando aos países desenvolvidos em certas áreas de pesquisa. Porém, o desempenho do Brasil é bem menos satisfatório na transposição de descobertas, inovações e resultados do saber científico para o campo da pesquisa aplicada. Estas insuficiências resultam em uma deficiente cultura patentária e em um preconceito latente na academia (ALMEIDA, 2005).

2 NECESSIDADE DE ESTUDO DA NANOTECNOLOGIA FACE AOS RISCOS AMBIENTAIS E SANITÁRIOS

A (r)evolução tecnológica, em especial aquela que concerne às nanotecnologias, desencadeia consequências éticas, jurídicas e sociais na sociedade contemporânea. Barreto (2013) adverte-nos que o uso da capacidade humana de criar e produzir em grande escala faz com que as ações da sociedade tecnocientífica provoquem, crescentemente, efeitos nocivos que são inseparáveis dos efeitos bons.

Uma das características das nanotecnologias é a incerteza em relação aos seus efeitos (bons e maus). Essa incerteza afeta também o direito, e esse, por sua vez, coloca em discussão os seus pilares da previsibilidade e da certeza. Os estudos existentes na atualidade ainda não permitem ou possibilitam sabermos quais são os reais efeitos dos nanocompostos em relação à saúde dos seres humanos (VON HOHENDORFF; ENGELMANN, 2014).

Quando o assunto é nanotecnologia, ainda estamos em um terreno fértil e bastante desconhecido, especialmente no que concerne aos riscos oriundos do uso dessa tecnologia. Não

sabemos quais são os riscos e tampouco temos um acompanhamento contínuo para avaliação dos riscos sanitários e ambientais.

A presença do risco coloca em xeque as certezas; insere-nos em um universo de incertezas. Vejamos as contribuições de Maturana e Varela (2011, p. 11) a esse respeito:

[...] tendemos a viver num mundo de certezas, de uma perspectiva sólida e inquestionável, em que nossas convicções nos dizem que as coisas são da maneira como as vemos e que não pode haver alternativa ao que parece certo. Tal é nossa situação cotidiana, nossa condição cultural, nosso modo corrente de sermos humanos.

O paradigma da certeza já se tornou uma ficção; o que nos resta é aceitar e trabalhar com as probabilidades diante do risco. A nossa tendência é a busca de uma certeza. Entretanto, o risco balança as estruturas dessa sólida e inquestionável certeza.

Deve-se observar que, na questão dos nanomateriais, não temos dados sobre os seus impactos na saúde. Desconhecemos a toxicidade dos materiais nanotecnológicos, bem como os métodos para realizar os testes de toxicidade e os impactos para a saúde oriundos da manipulação de nanopartículas (VON HOHENDORFF; ENGELMANN, 2014).

As nanotecnologias são uma forma de ambivalência, pois oferecem oportunidades para a sociedade e, paralelamente, apresentam profundos riscos sociais e ambientais. Os riscos não existem tão somente em função de ser uma “tecnologia capacitadora de tecnologias” para a indústria biotécnica, mas, especialmente, porque estamos diante do envolvimento da manipulação atômica. Ou seja, pode-se, a partir disso, tornar possível a fusão do mundo biológico com o mecânico. Talvez a humanidade ainda não esteja preparada para enfrentar tamanha evolução.

O elixir da morte, dicloro-difenil-tricloreto (DDT), do livro “A primavera silenciosa”, de Rachel Carson, em 1962, foi um dos primeiros escritos a chamar a atenção do mundo para os riscos da ciência e da tecnologia, ou seja, a relação ciência, inovação e risco não é invenção da modernidade. A presença do risco, há décadas, já é uma constante social com a qual ainda não sabemos lidar!

Contudo, esse cenário de incertezas sobre o desconhecido não pode servir como escusa para o progresso da humanidade. Como alternativa, podemos citar a aplicação do princípio ambiental da precaução, que visa evitar a ocorrência de danos ambientais frente às atividades cujos danos não são totalmente conhecidos pela ciência.

3 APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS SOBRE A PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO NO BRASIL SOBRE NANOTECNOLOGIA

Os resultados da pesquisa na base de dados Scielo demonstram que o número de publicações em nanotecnologia se elevou a partir de 2006, totalizando 115 artigos publicados com a palavra-chave nanotecnologia, conforme se observa no Gráfico 1.

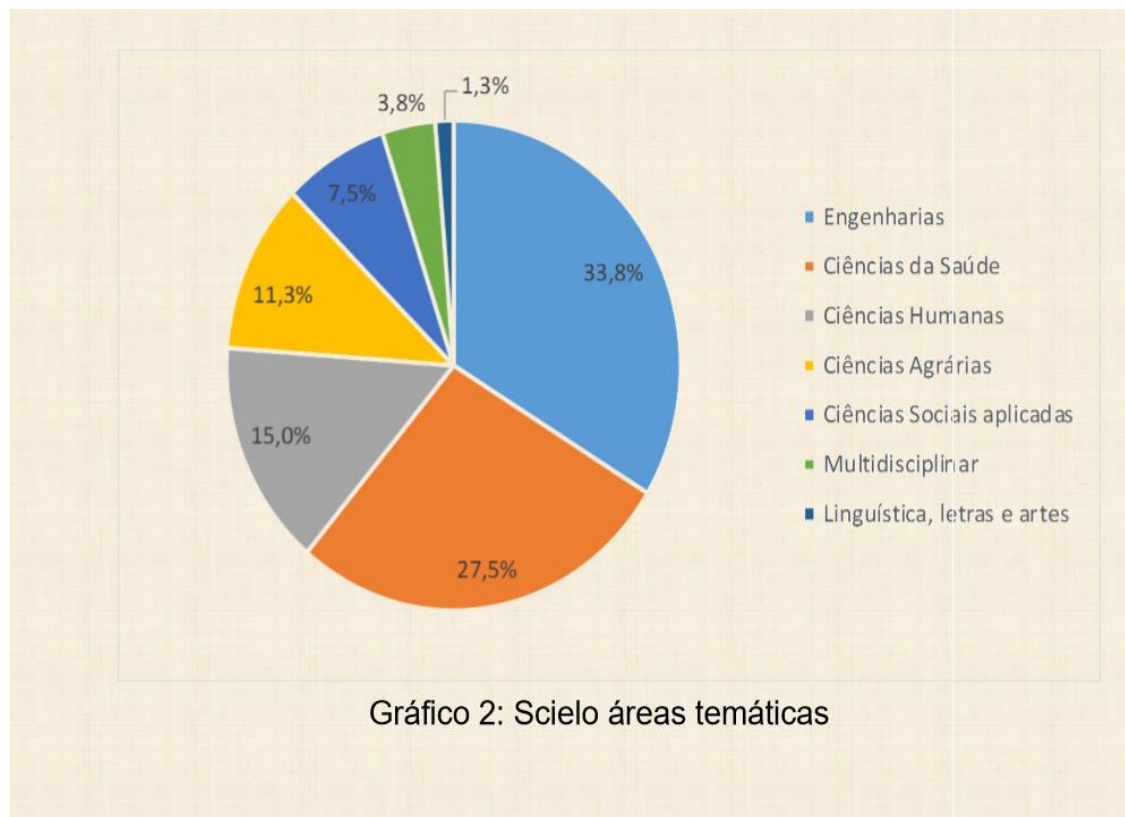
O primeiro artigo publicado foi em 2001, o qual menciona o processo de construção do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS). No texto, foram discutidas a estratégia e a filosofia de sua implantação, procurando delinear o caminho seguido na instalação do primeiro laboratório nacional aberto à comunidade, onde se iniciaram os primeiros estudos sobre nanotecnologia.

No ano de 2004, foram abordados a nanotecnologia no meio ambiente e os seus fatores de risco; no período de 2005-2006 a abordagem foi sobre nanocompostos, matrizes poliméricas, em 2007 Nanotecnologia na indústria farmacêutica, entre 2008-2009 os desafios da nanotecnologia, macrotubos, adesão de materiais, em 2010 os semicondutores, aplicabilidade em agro-food, em 2011 o mito do consenso, potencial de risco das nanopartículas, este foi um momento de reflexão e demonstra um declínio como mostra no gráfico, momento de discussão e ética em relação a nanotecnologia, produtos sendo criados, mas com o caráter da incerteza.

Entre 2012-2013 as áreas foram Engenharia de materiais, biossensores, em 2014 medicina, nanoformulação, em 2015 a área agroalimentar, embalagens, em 2016-2017 células solares, propriedades elétricas, estudo da rede colaboração científica. Através deste recorte temporal, é possível notar o real estado da arte e as produções científicas que estão sendo desenvolvidas no Brasil no decorrer dos anos. Sugerem-se estudos futuros para compreensão e busca por mais informações sobre as propriedades e os riscos desses nanomateriais, a aplicação em escala industrial e a sua aceitação por parte dos consumidores.



Quando a análise das publicações é feita com base nas áreas temáticas do Scielo, os dados disponíveis são os registrados no Gráfico 2, abaixo:



O Gráfico 2 mostra que mais de 1/3 (33,8%) das publicações está relacionado à área de Engenharias, e que mais de 1/4 das publicações está relacionado à área das Ciências da Saúde. Por outro lado, se somadas as publicações das áreas de Engenharias e Ciências da Saúde às das áreas de Ciências Humanas e Ciências Agrárias, temos mais de 85% dos trabalhos publicados.

Ao analisar as áreas temáticas WOS da plataforma Scielo, chegamos aos resultados expressos no Gráfico 3:

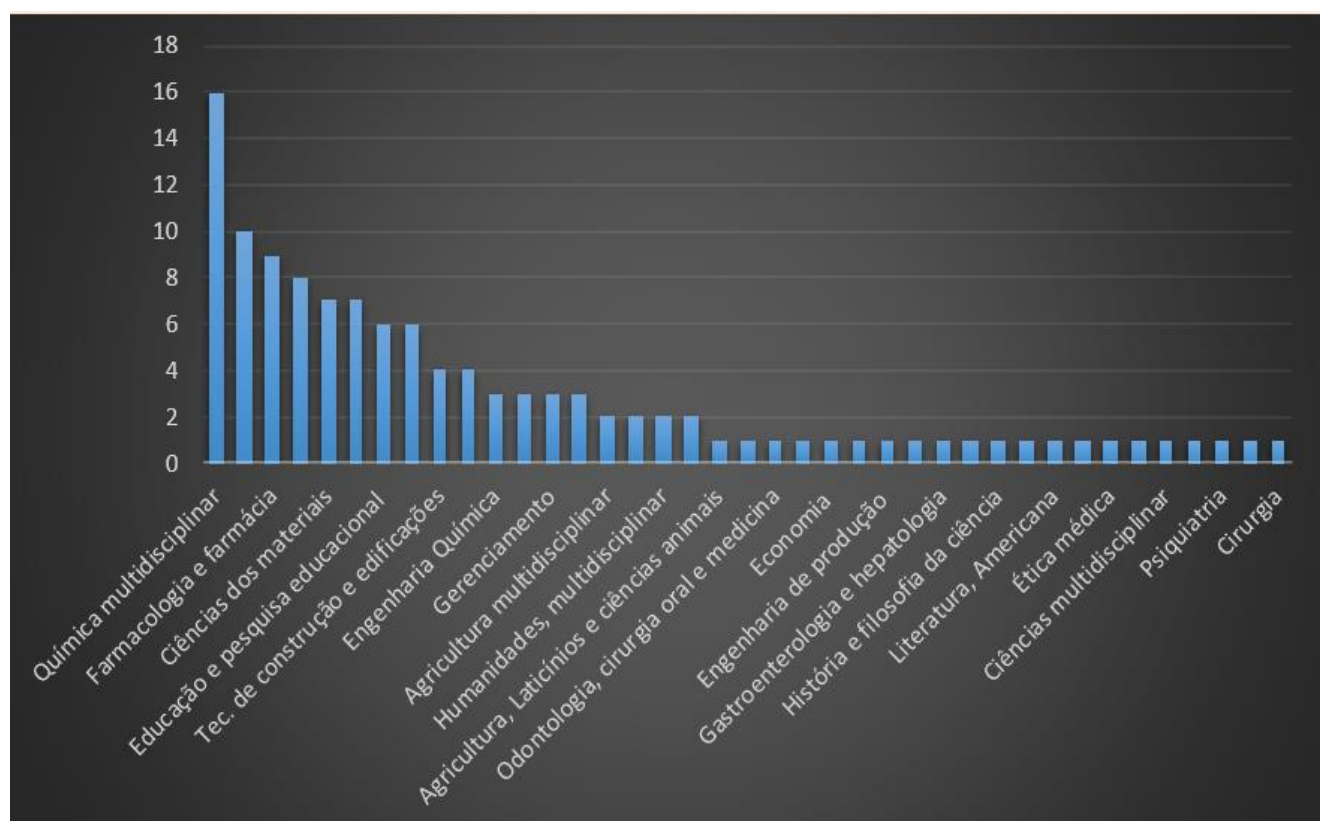


Gráfico 3: Wos áreas temáticas

Com base no Gráfico 3, acima, podemos destacar a área de Química multidisciplinar como a que apresentou o maior número absoluto de publicações: dezesseis no total. Ao mesmo tempo, as áreas de Farmacologia e Farmácia e Ciências dos Materiais também aparecem em destaque, com mais de oito publicações cada.

CONCLUSÃO

Os novos desafios trazidos pela era pós-moderna, em especial a resposta ao aumento da demanda por recursos decorrentes do vertiginoso crescimento populacional, requerem uma constante adaptação e evolução, neste sentido (apenas neste sentido), bem parecida com a teoria evolucionista criada pelo naturalista britânico Charles Robert Darwin.

A nanotecnologia pode ser considerada uma nova tecnologia que pode ser aplicada em diversos segmentos, fazendo emergir discussões éticas a respeito de seus impactos na distribuição de benefícios e riscos relacionados à sua apropriação no mercado.

Há um grande descompasso entre a sociedade tecnocientífica e o conhecimento. Dito de outro modo: a tecnologia nano é uma realidade, fruto da evolução social e da criatividade humana; todavia, ainda não conhecemos os riscos que a nano pode causar à saúde humana e ao meio ambiente. A palavra de ordem é precaução. O conhecimento para lidar com a nanotecnologia deve ser interdisciplinar, uma vez que a sua aplicabilidade e as suas características contam, também, com bases interdisciplinares.

Neste estudo, evidenciou-se o mapeamento para identificar a quantidade de artigos publicados no país, assim como também a categorização dos temas vinculados à nanotecnologia. Os resultados da pesquisa na base de dados Scielo demonstram que o número de publicações em nanotecnologia elevou-se a partir de 2006, totalizando 115 artigos publicados com a palavra-chave nanotecnologia, conforme se observa no Gráfico 1.

Quanto à classificação dos artigos por áreas, o que aparece com maior índice é a Engenharia, com um percentual de 33,8%; posteriormente, Ciências da Saúde e Humanas, seguida pelas áreas agrícolas, como apresentado no Gráfico 2. Em relação às áreas temáticas WoS, a Química aparece com maior número de publicações. Devemos levar em consideração que, no decorrer dos anos, estes dados podem ser modificados, pois a nanotecnologia está em crescente desenvolvimento, e novas aplicações podem ser pesquisadas e desenvolvidas, alterando o mapa de publicações de trabalhos científicos na plataforma Scielo no Brasil.

REFERÊNCIAS

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2010). **Cartilha sobre Nanotecnologia**. Brasília: MDCI; Campinas: UNICAMP.

ALCÁZARI, J. J. P. et al. **Avaliação de redes de inovação usando uma ferramenta baseada em redes sociais: caso brasileiro de Nanotecnologia**. In: CONGRESO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTION TECNOLÓGICA, 14., 2011, Lima. *Anais...* Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011.

ALMEIDA, P. R. **O Brasil e a nanotecnologia: rumo à quarta revolução industrial**. 2005. Disponível em: <<http://www.espacoacademico.com.br/052/52almeida.htm>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

ANONYMOUS. **Apply nanotech to up industrial, agricultural output**. The Daily Star, Bangladesh, 17 de Abr 2012.

ARCURI, A. S. A.; GROSSI, M. G. **Nanotecnologia e o meio ambiente**. Disponível em: <<http://www.qualicipa.com.br/blog/nanotecnologia-e-o-meio-ambiente>>. Acesso em: 26 nov. 2017.

BARRETO, V. P. **O fetiche dos direitos humanos e outros temas**. 2 ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2013.

BUZEA C, BLANDINO IIP, ROBBIE K. Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity. *Biointerphases*, 2007; 2:MR17-172.

FERNANDES, M.F.M., FILGUEIRAS CAL. Um panorama da nanotecnologia no Brasil (e seus macro-desafios). *Quim. Nova*, , 2008, v. 8, n. 31, p.2205-2213.

FRONZA, T. et al. **Nanocosméticos: em direção ao estabelecimento de marcos regulatórios**. Porto Alegre: Gráfica da UFRGS, 2007.

JONES RAL. What has nanotechnology taught us about contemporary technoscience? In: Zülsdorf T, Coenen C, Ferrari A, Fiedeler U, Milburn C, Wienroth M, editors. **Quantum engagements: social reflections of nanoscience and emerging technologies**. Amsterdam: IOS Press; 2011. p. 13-26.

KLOCHIKHIN, E. A., & SHAPIRA, P. (2012). Engineering small worlds in a big society: assessing the early impacts of nanotechnology in China. *Review of Policy Research*, 29, 752-775.

MATURANA, H. R.; VARELA, F. J. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas do comportamento humano**. Tradução de Humberto Mariotti. São Paulo: Athenas, 2011.

MEDEIROS, E. S.; PATERNO L. G.; MATTOSO L. H. C. Nanotecnologia. In: DURÁN N., MATTOSO L. H. C., MORAIS P. C. (Org.). **Nanotecnologia: Introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação**. São Paulo: Artliber, 2006.

PEIXOTO, F. J. M. (2013). **Nanotecnologia e sistemas de inovação**: implicações para política de inovação no Brasil. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

PESSOA, F. **Mensagem**. [2015]. Disponível em: <<http://srec.azores.gov.pt/dre/sd/115152010600/nova/biblioteca/Fernando%20Pessoa/mensagem.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

PLENTZ, FLÁVIO AND FAZZIO, ADALBERTO: Considerações sobre o Programa Brasileiro de Nanotecnologia. **Cienc. Cult.**, jul. 2013, vol.65, no.3, p.23-27.

SAHOO, S. K.; PARVEEN, S.; PANDA, J. J. The present and future of nanotechnology in human health care. **Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine**, Oxford, v.3, n.1, p. 20-31, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.nano.2006.11.008>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

VON HOHENDORFF, R.; ENGELMANN, W.; OSHIROV, M. As nanotecnologias no meio ambiente do trabalho: a precaução para equacionar os riscos do trabalhador. **Cadernos ibero-americanos de direito sanitário**, 2013, v. 2, n. 2, p. 668-683.

VON HOHENDORFF, Raquel; ENGELMANN, Wilson. **Nanotecnologias aplicadas aos agroquímicos no Brasil**: a gestão dos riscos a partir do diálogo entre as fontes do direito. Curitiba: Juruá, 2014.