

Atividades em nanotecnologia: Questões regulatórias de proteção ambiental

Luciana dos Santos Almeida¹

Israel Felzenszwalb²

Monica Regina da Costa Marques³

Carla Cristina Passos Cruz⁴

Química Ambiental

Resumo

A nanotecnologia é uma tecnologia fascinante que está revolucionando a ciência e trazendo inúmeros benefícios à população. O lado econômico ligado à nanotecnologia tem crescido nos últimos anos, assim como as linhas de pesquisa. Porém, as nanopartículas podem ser tóxicas quando liberadas no meio ambiente. Nesse trabalho foi realizado um estudo cienciométrico a fim de identificar e descrever as pesquisas científicas de proteção ambiental que envolvem nanotecnologia no que diz respeito aos estudos regulatórios. O período da pesquisa ficou compreendido entre 2003 a 2020, o banco de dados selecionado foi o Scopus e os softwares utilizados para o estudo foram o Microsoft Excel e VOSviewer. Conforme palavras-chaves especificadas, o resultado apresentado pelo Scopus foi um total de 107 publicações. As figuras de clusterização mostradas pelo VOSviewer evidenciaram que estudos nanotoxicidade foram em sua maioria direcionados à proteção da saúde humana, em detrimento da proteção ambiental. Outro dado interessante é que toxicidade de nanomateriais vem sendo estudada pela ótica da avaliação de riscos, inclusive pelo setor regulatório.

Palavras-chave: Nanotecnologia; Cienciométrica; Sustentabilidade; Regulamentação; Meio Ambiente.

¹ Aluna do Curso de Doutorado em Ciências – Departamento de Pós-Graduação em Meio Ambiente, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, meioambiente.pesquisa.uerj@gmail.com.

² Prof. Dr. Israel Felzenszwalb, Professor titular do Departamento de Biofísica e Biometria do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, uerj.felzen@gmail.com.

³ Prof. Dr. Monica Regina da Costa Marques, Professora titular do Departamento de Química Orgânica do Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, monicamarquesuerj@gmail.com.

⁴ Aluna do Curso de Doutorado em Ciências Computacionais do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, carlapassos2889@gmail.com.

INTRODUÇÃO

No século XXI, a nanotecnologia é uma das principais tecnologias transformadoras, e muitas indústrias estão sendo revolucionadas com os benefícios que esta ciência oferece. Espera-se que o avanço da nanociência e da nanotecnologia estimule não apenas a exploração de novos fenômenos e novas teorias, mas também conduza a uma revolução industrial, se tornando a nova força motora do crescimento econômico neste século (SHAMELI et al., 2012; ROCO, 2001).

Apesar do aumento expressivo do uso de nanomateriais, pouco tem se discutido sobre os possíveis efeitos tóxicos para o meio ambiente e saúde humana (OLIVEIRA, 2015). Estudos experimentais realizados até agora indicaram que vários tipos de nanopartículas podem ter efeitos adversos ao desenvolvimento embrionário de invertebrados como ouriços do mar, ostras e caramujos de água doce; de vertebrados não mamíferos (peixes e sapos) e de mamíferos - ratos e camundongos (DELGADO, 2013).

O objetivo do presente trabalho foi identificar e descrever as pesquisas científicas disponibilizadas em plataformas, que envolvem nanotecnologia e estudo regulatório na área ambiental.

METODOLOGIA

Foi realizado um estudo exploratório que, conforme classificado por Vanti (2002) é denominado “estudo cienciométrico” ou “cienciometria”. A busca por trabalhos publicados foi realizada nas bases de pesquisa *Scopus*, utilizando-se as palavras-chaves: “*nanotechnology*”, “*environment*” e “*legislation*” e o período determinado foi de 2003 a 2020.

Para a análise dos resultados foram utilizados os softwares Microsoft Excel (versão 16051.12325.20298.0) e VOSviewer (versão 1.6.13.0).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A base de pesquisa *Scopus* forneceu um resultado de 107 publicações.

1 – Análise dos resultados

1.1 – Utilizando-se o software Excel

A Figura 1 representa a distribuição de publicações por continentes, e evidencia que a Europa lidera o número total de publicações, seguida da América do Norte e Ásia, ficando a América do Sul quarto lugar.

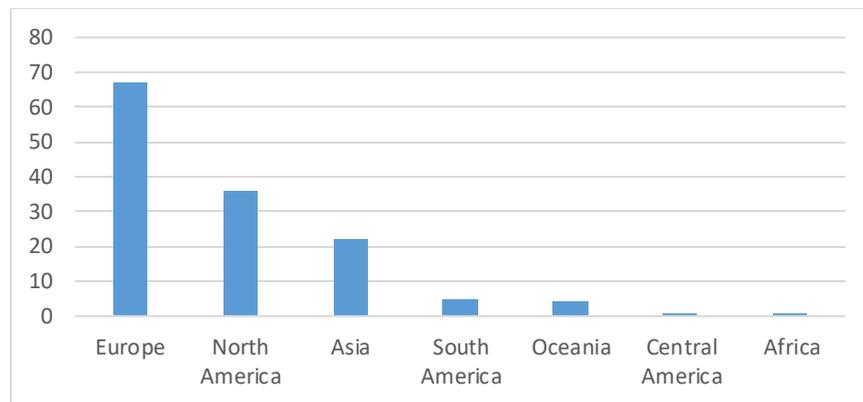


Figure 1: Documentos por continente.

Na figura 2 está representado o quantitativo de publicações por instituição patrocinadora.

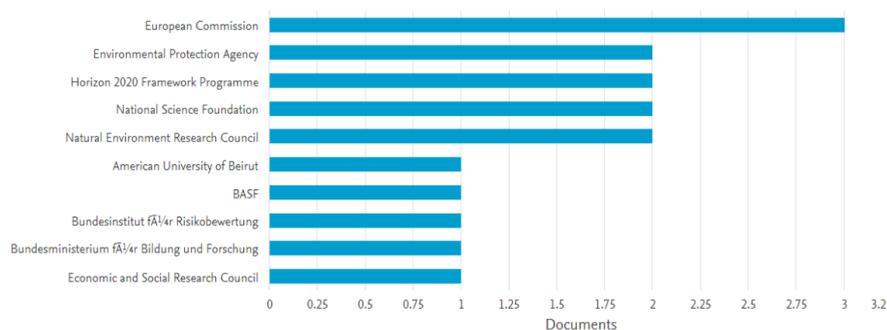


Figure 2: Documentos por patrocinadores de financiamento.

Notável consideração pode ser dada pelo fato dos organismos pioneiros no patrocínio dessas pesquisas, excetuando-se a Agência de Proteção Ambiental, são instituições de pesquisa que atuam em diversos campos de atuação e não exclusivamente voltadas para a área ambiental.

1.2 – Utilizando-se o software VOSviewer

O resultado da pesquisa fornecido na base Scopus no formato CVS Excel foi transferido para o software VOSviewer. A densidade de coocorrência entre as palavras é mostrada conforme figura 3.

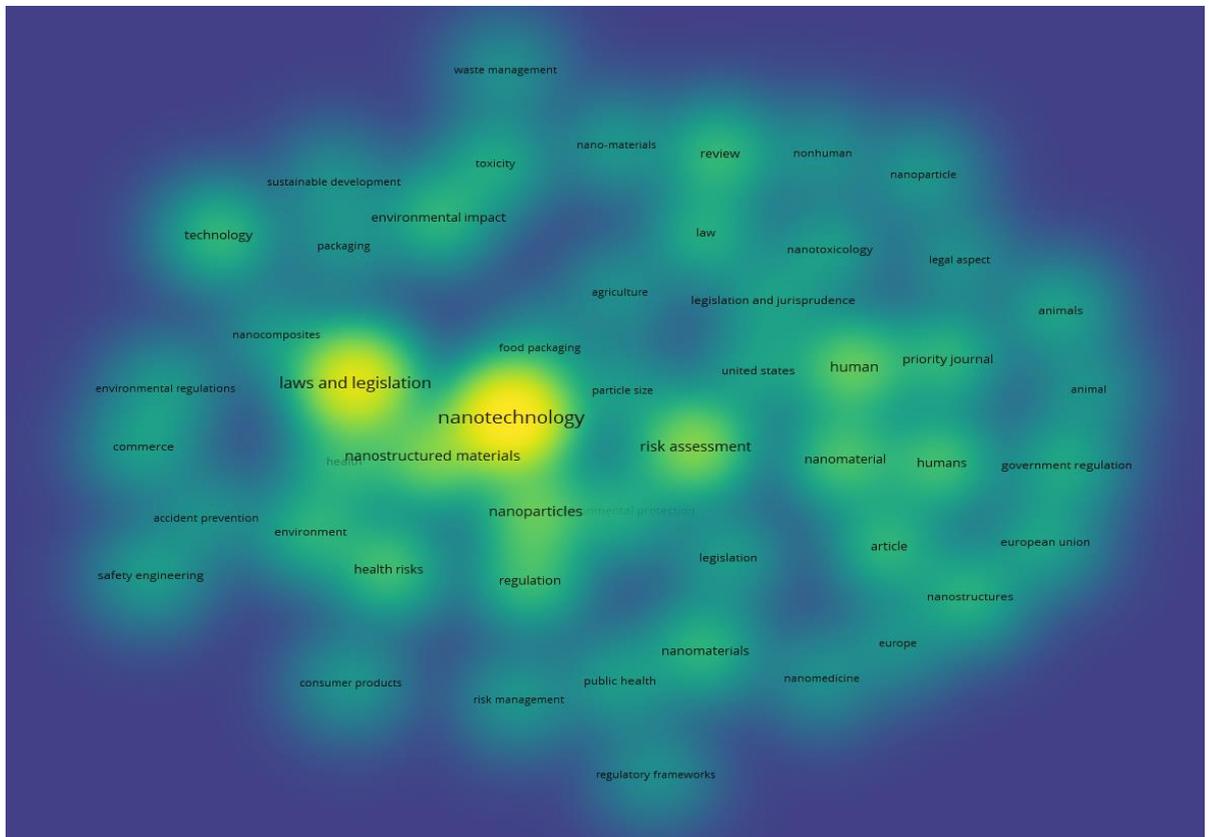


Figura 3 – Densidade da coocorrência entre as palavras no período de 2003-2020.

Por meio da figura 3 é possível evidenciar que as palavras de maior densidade na busca foram “nanotecnologia” e “leis e legislação”. As palavras “meio ambiente” e “impacto ambiental” não foram destaque nessa análise de coocorrência, mostrando que as mesmas não foram tema de maior relevância nos aspectos da pesquisa, assim como a

palavra “gerenciamento do lixo”, que apareceu isolada, com baixa densidade e distante dos termos principais (“leis e legislação” e “nanotecnologia”).

De uma forma geral, esses resultados mostram carência de estudos regulamentares específicos aplicados à nanotecnologia no que se refere aos impactos e proteção ambientais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de inúmeros estudos já terem identificado os impactos negativos no meio ambiente que as nanopartículas podem provocar, os resultados mostram que os estudos relacionados à toxicidade e estudos regulatórios dos nanomateriais no meio ambiente é carente.

Os resultados consolidam a importância de estudos regulatórios de proteção ambiental dos nanomateriais na temática mundial.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio de toda a equipe do PPGMA – Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente da UERJ, que foi fundamental para o desenvolvimento desse trabalho.

REFERÊNCIAS

DELGADO, I.F. and PAUMGARTTEN, F.J.R. Current challenges of toxicology research: Assessment of the toxicity of manufactured nanomaterials for development. *Health Surveillance under debate*, v. 1, n. 4, p. 11-24, 2013.

OLIVEIRA, L.P.S.; MARINHO, M.E. and FUMAGALI, E.O. Nanowastes risks to human health and the environment: dialogues between the precautionary principle and the risk society. *Iberoamerican Magazine of Philosophy, Politics and Humanities*, v. 17, n. 33, p. 183-209, 2015.

ROCO, M.C. From Vision to the Implementation of the U.S. National Nanotechnology Initiative. *Journal of Nanoparticle Research*, v. 3, n. 1, p. 5-11, 2001.

SHAMELI, K. et al. Green biosynthesis of silver nanoparticles using *Callicarpa maingayi* stem bark extraction. *Molecules*, v. 17, n. 7, p. 8506-8517, 2012.

VANTI, N.A.P. From bibliometrics to webmetry: a conceptual exploration of the mechanisms used to measure the registration of information and the diffusion of knowledge. *Information Science*, v. 31, n. 2, p. 152-162, 2002.