

ANÁLISE NO BRASIL E NO MUNDO DAS APLICAÇÕES DE NANOMATERIAIS NA INDÚSTRIA DE DEFESA

Amanda Luiza Sandes Martins Andrezo¹; Ligia Lopes Fernandes²; Wagner Anacleto Pinheiro³

¹ Instituto Militar de Engenharia – IME. (amanda.martins@ime.eb.br).

² Agência de Gestão e Inovação Tecnológica – AGITEC. (ligia.fernandes@eb.mil.br).

³ Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP. (anacleto@univap.br).

Resumo: Nanomateriais são materiais com estruturas controladas em nanoescala, exibindo propriedades únicas devido aos seus pequenos tamanhos dentro da nanoescala (1-100 nm) e características estruturais específicas. Esses materiais vêm sendo crescentemente empregados em sistemas de defesa, mas ainda há pouca evidência consolidada sobre como o Brasil se posiciona, em termos de produção científica e tecnológica, frente às principais potências mundiais. Este trabalho busca suprir essa lacuna ao integrar análise bibliométrica, ou seja, de publicações científicas e patentométrica, de famílias de patentes para mapear tendências em nanomateriais de defesa, com foco em aplicações dual use e no recorte aeroespacial. O estudo baseou-se em buscas nas bases Scopus (artigos) e Espacenet (famílias simples de patentes), no período 2000–2025, com exclusão de publicações e patentes das áreas médica, agrícola e ambiental por meio de filtros específicos das plataformas e códigos da Classificação Cooperativa de Patentes (CPC) correspondentes a esses domínios, como A61 e Y02. Foram incluídos na análise somente artigos científicos e de conferências, não sendo incluídos outros tipos de publicações, como artigos de revisão ou capítulos de livros, utilizando uma estratégia de busca como ((nanomaterial* OR graphen* OR nanocomposit* OR nanoparticle* OR nanostructur* OR MXene OR "two-dimensional material" OR "2d material" OR "bidimensional material" OR nanotube*) AND (defense OR defence OR military OR navy OR naval OR "air force" OR army OR "ground force" OR "armed force" OR aerospace) AND NOT (cancer OR crop OR plant)), aplicada a títulos, resumos e palavras-chave. A produção brasileira foi comparada à global por meio de dois indicadores: a participação de autores nacionais nos artigos científicos e a fatia de famílias de patentes pertencentes a depositantes do Brasil no total da busca. As tendências tecnológicas foram avaliadas por meio da frequência e rede de co-ocorrência de palavras-chave, construídas com o software VOSviewer e analisada com o software Gephi em artigos, bem como da distribuição dos códigos CPC de patentes globais e de origem brasileira. As métricas foram também levantadas, para o recorte de publicações e patentes que mencionavam aplicação aeroespacial, por meio de remoção dos termos referentes a defesa da estratégia de busca. Os resultados indicam um universo de 8.481 artigos e 3.654 famílias de patentes, com crescimento acentuado nos últimos cinco anos em ambos os conjuntos; no recorte aeroespacial, foram identificados 5.493 artigos e 1.799 famílias de patentes. A participação brasileira permaneceu reduzida: pouco mais de 1% dos artigos tiveram autores vinculados a instituições nacionais, proporção inferior a 1% no recorte

aeroespacial, enquanto as patentes da jurisdição brasileira corresponderam a cerca de 1,5% do total em defesa e a 1,77% no recorte aeroespacial. As redes de palavras-

chave destacaram “grafeno” e “propriedades mecânicas” como temas centrais, associados sobretudo à blindagem eletromagnética e à absorção de radiação radar, enquanto os CPCs mais frequentes indicam predominância de compósitos poliméricos com nanomateriais, nanoestruturas e aplicações em nanotecnologia avançada.

Palavras-chave: Nanomateriais; Defesa; Materiais; Patentes; Bibliometria.