

Impressão 3D em Próteses para mão: Análise Bibliométrica

Ulisses B. Viana Filho (IFPB, Campus João Pessoa), Lucas Emanuel da S. Barbosa (IFPB, Campus João Pessoa), Maria Júlia da S. Santos (IFPB, Campus João Pessoa), Thayná Mylena F. de Oliveira (IFPB, Campus João Pessoa) e Marcelo de A. Buriti (IFPB, Campus João Pessoa).

E-mails: ulisses.viana@academico.ifpb.edu.br, emanuel.barbosa@academico.ifpb.edu.br, maria.santos.23@academico.ifpb.edu.br, thayna.mylena@academico.ifpb.edu.br e marcelo.buriti@ifpb.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 6.07.02.02-8 Métodos Quantitativos. Bibliometria.

Palavras-chave: membros superiores; reabilitação funcional; acessibilidade; personalização protética; tecnologia assistiva.

1. Introdução

A reabilitação de indivíduos com amputações de membros superiores, especialmente das mãos, apresenta desafios funcionais, emocionais e sociais que impactam diretamente a autonomia e a qualidade de vida. Segundo a *American Society for Surgery of the Hand (Amputation, c2020)*, as próteses exercem papel fundamental na recuperação da independência do paciente e no retorno às suas atividades cotidianas. Nos últimos anos, o avanço da manufatura aditiva tem impulsionado novas possibilidades terapêuticas, tornando a produção de próteses de mão impressas em 3D aplicável na prática clínica e no desenvolvimento de dispositivos que priorizam aderência, conforto e funcionalidade. Conforme Santana, Sampaio e Gonçalves (2023), pequenas modificações nos materiais utilizados podem aumentar consideravelmente a aceitação do dispositivo por parte do usuário.

Esse avanço tecnológico vem sendo impulsionado também pela crescente demanda por soluções assistivas acessíveis e personalizáveis, especialmente em regiões com infraestrutura limitada. A impressão 3D permite a produção de próteses sob medida com custos reduzidos, maior rapidez na confecção e adaptação individualizada, aspectos cruciais para garantir a adesão e o sucesso do processo de reabilitação. Nesse cenário, a integração de tecnologias emergentes, como a Inteligência Artificial (IA), amplia ainda mais as possibilidades de automação e precisão no funcionamento das próteses, consolidando um novo paradigma na reabilitação funcional.

A bibliometria se destaca como ferramenta estratégica para mapear a produção do conhecimento sobre esse tema. Por meio da análise de publicações, é possível identificar autores mais produtivos, redes de colaboração entre países e instituições, e os principais polos de pesquisa no mundo. Conforme destaca Ribeiro (2017), a bibliometria contribui para o direcionamento de políticas públicas, fomento à inovação e otimização de investimentos em ciência. Assim, esta pesquisa visa analisar a produção científica sobre próteses de mão impressas em 3D, especificamente: a) analisar a co-ocorrência de palavras-chave; e b) verificar os países mais representativos.

2. Materiais e métodos

Esta pesquisa consiste em uma revisão integrativa da literatura com análise bibliométrica, detalhando um levantamento sistemático nas bases de dados *PubMed* e *Web of Science* (WoS), acessadas via Portal Capes, cobrindo publicações de 2015 a 2025. A estratégia de busca empregou uma combinação de palavras-chave como “*Printing*”, “*3D*”, “*Prothesis*”, “*Hand*” e “*Upper limb*” (e suas equivalentes em português e espanhol), conectadas por operadores booleanos “*AND*” e “*OR*” para refinar os resultados. Para garantir a relevância da amostra, foram aplicados critérios de exclusão rigorosos: artigos duplicados foram removidos, assim como aqueles com temáticas desalinhas ao objetivo do estudo ou que exigiam pagamento para acesso integral. O foco principal foi a utilização da tecnologia de impressão tridimensional na manufatura de próteses para a mão. Inicialmente, 115 artigos foram identificados, mas após a aplicação dos critérios, a amostra final foi composta por 90 artigos.

Os dados dos artigos selecionados foram baixados em arquivos CSV e organizados em um *software* de planilhas eletrônicas. As referências foram gerenciadas no *Zotero*. Os artigos foram baixados nos formatos *PubMed* e *Plain Text File* para análise posterior. A análise foi realizada utilizando o *software VosViewer*, uma ferramenta gratuita para construção e visualização de redes bibliométricas. O processo analítico envolveu uma leitura aprofundada e o desmembramento detalhado do conteúdo de cada pesquisa. A redação foi estruturada conforme os objetivos gerais e específicos do estudo, e os resultados e discussões foram apresentados por meio de figuras, destacando os aspectos centrais e informações bibliométricas relevantes.

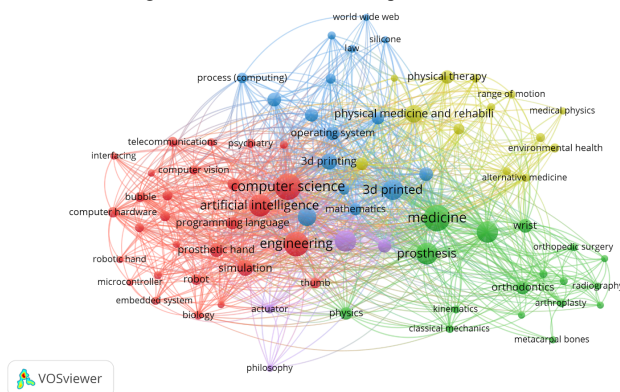
3. Resultados e discussão

A revisão da literatura composta por 90 artigos distribuiu-se entre *PubMed* (n=43) e *Web of Science* (n=47). Os estudos do *PubMed* identificaram lacunas em próteses acessíveis e de baixo custo, abordando a aplicação da prótese 3D em medicina e engenharia biomédica, com foco em reabilitação. As pesquisas da WoS, por sua vez, priorizaram os avanços da tecnologia, ciência da computação e inteligência artificial integradas à interação humano-computador.

A Figura 1 apresenta um panorama das palavras-chave e conceitos observados, com destaque para “*medicine*”, “*3d printed*”, “*engineering*”, “*computer science*”, “*prosthesis*”, “*physical medicine and rehabilitation*” e “*artificial*”.

Intelligence”, que lideram em proximidade e conexões entre termos. Esses conceitos formam cinco *Clusters* (grupos de itens que compartilham forte conexão entre si, por meio de citações, coautorias e termos frequentes, indicando núcleos de produção científica concentrada) bem definidos, evidenciando uma rede robusta de cooperação científica. O número mínimo de coocorrências utilizado foi três, com 320 palavras-chave de 400 autores, mas, somente 78 sendo interligadas e consistentes.

Figura 1 – Coocorrência entre palavras-chave



Fonte: Elaboração Própria

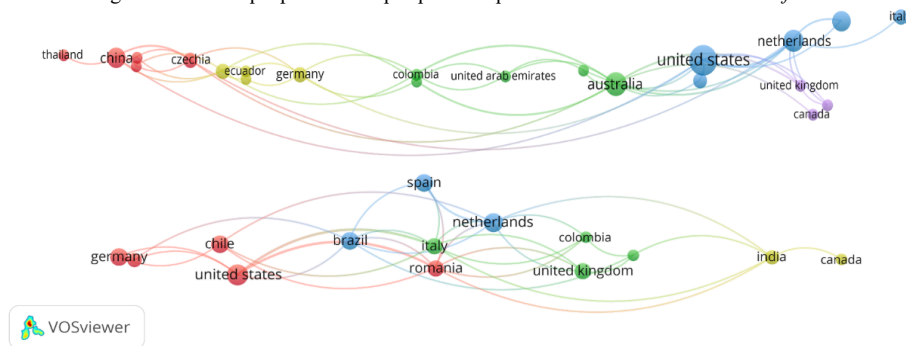
A predominância de “*artificial intelligence*”, “*3d printed*” e do item mais afastado “*World Wide Web*” na literatura da reabilitação funcional reflete sua crescente integração entre países mais desenvolvidos e em evolução. Essa tendência sublinha a importância estratégica da bibliometria na identificação de lacunas de colaboração e direções de pesquisa emergentes. A reabilitação funcional é transformada por meio da impressão 3D, que possibilita a criação de próteses personalizáveis e acessíveis; por outro lado, a IA eleva a precisão e autonomia dos dispositivos.

Os termos “*process (computing)*”, “*embedded System*”, “*programing language*”, “*World Wide Web*” e “*operating system*” evidenciam o possível investimento dos principais centros de pesquisa em soluções tecnológicas avançadas, com foco especial na incorporação da IA no processo de desenvolvimento de próteses. Nesse cenário, Geethanjana e Hettige (2024), destaca como a IA aplicada com sensores nas próteses e músculos pode otimizar significativamente a resposta do dispositivo aos sinais do usuário. Isso resulta em uma redução do tempo de adaptação e torna as próteses não somente intuitivas, mas também consideravelmente mais funcionais.

Além disso, a presença de conceitos como: “*medicine*”, “*engeneering*”, “*computer Science*” e “*prosthesis*”, são considerados parâmetros temáticos e conceitos centrais utilizados na bibliometria aplicada ao campo protético. Corroborando, Ateş e Korkmaz (2025) evidenciam que os tópicos mais pesquisados se desenvolvem como guia para novas pesquisas e autores, ademais, afirmam que uma base consistente de informação é essencial para o aprofundamento e desenvolvimento do campo. Outrossim, os conceitos mais afastados dos *Clusters* como “*biology*”, “*physics*”, “*philosophy*” e “*physical therapy*” significam a integração ampla e interdisciplinar de áreas do saber científico ao estudo das próteses. Essa expansão demonstra o crescente escopo e impacto global da área.

A análise bibliométrica demonstrou importantes padrões de colaboração entre países na área da impressão 3D aplicada à fabricação de próteses de mão. Para análise comparativa é apresentado na Figura 2 os mapas de visualização das redes de colaboração entre países na base *PubMed* e *WoS*, respectivamente. A *PubMed* apresentou 26 países com 22 itens consistentes, distribuídos em cinco *Clusters*, evidenciando uma rede mais ampla e diversificada de colaboração entre os pesquisadores da área. Em contraste, na *WoS*, 24 nações resultaram em 14 itens consistentes, organizados em quatro *Clusters*. Observa-se que os países “*united states*”, “*australia*”, e “*netherlands*” demonstram interesse crescente na temática, mantendo diversos vínculos colaborativos com seus vizinhos regionais, sinalizando o aumento na integração científica internacional.

Figura 2 – Países que produziram pesquisas respectivamente na *PubMed* e *Web of Science*



Fonte: Elaboração Própria

A distinção entre as bases de dados pode ser atribuída à natureza aberta e interdisciplinar da *PubMed*, que democratiza o acesso ao conhecimento, com maior distribuição de informação aos países. Em contraste, a *WoS*, com seu foco em periódicos de alto impacto, tende a centralizar a produção científica em áreas mais específicas, restringindo o cruzamento entre pesquisas e nações. Além disso, a política de publicação das revistas indexadas em cada base é um fator crucial: periódicos com políticas mais flexíveis e de acesso livre naturalmente promovem uma maior circulação de informações e ideias.

Pesquisas realizadas por Gusenbauer (2022) observou uma correlação de 0,99 entre a *PubMed* e a *Medline* (via *WoS*), esse alto coeficiente sugere uma cobertura similar da produção científica entre as duas bases de dados. No entanto, a atualização mais frequente da *PubMed* e o maior número de artigos de acesso aberto que ela registra contribuem para uma crescente diferença e expansão da base entre países. É fundamental destacar que a *PubMed* vai além da *MedLine*, incluindo também o *PubMed Central* e outras bases de dados em sua abrangência.

O protagonismo do Brasil na *WoS* pode ser relacionado à alta incidência de acidentes envolvendo membros superiores e ao aumento nos casos de agenesia de mão (condição rara de nascença na qual a mão não se desenvolve completa ou totalmente). Corroborando essa perspectiva, Rosa-Júnior *et al.* (2021) enfatiza dados de acidentes graves de trabalho ocorridos no Brasil no período de 2016 a 2017, com respectivamente 43,8% e 21,9% de lesões graves envolvendo os dedos e as mãos. Apesar desse cenário, o Brasil demonstra uma colaboração científica limitada com outros países sul-americanos. Essa lacuna aponta para uma falha significativa na adaptação social e sublinha a urgência de fortalecer redes de cooperação para promover o intercâmbio de conhecimentos e o desenvolvimento conjunto de soluções tecnológicas.

5. Considerações finais

Os dados evidenciaram a importância e validação da necessidade de colaboração entre diferentes áreas do conhecimento para impulsionar a inovação e fortalecimento do campo da impressão 3D aplicada à confecção de próteses de mão. A bibliometria demonstrou-se uma ferramenta estratégica para identificar lacunas na cooperação científica, mapear países emergentes e orientar investimentos em inovação e políticas públicas voltadas à democratização da reabilitação funcional.

Além disso, a pesquisa em próteses modernas exige equipes multidisciplinares, desde o *design* e materiais até a compreensão da fisiologia humana e reabilitação, passando pela inteligência e controle dos dispositivos. A combinação entre IA e impressão 3D potencializa a personalização das próteses, favorecendo maior responsividade aos sinais musculares, melhor adaptação funcional e autonomia dos usuários, no entanto, levanta questões sobre a capacitação profissional e a infraestrutura necessária para incorporar essas tecnologias em larga escala.

Essa convergência tecnológica consolida um cenário promissor para o avanço da tecnologia assistiva, com dispositivos mais eficientes, intuitivos e acessíveis à população global, capaz de guiar futuras linhas de pesquisa, alocação de recursos e políticas de fomento à inovação e à cooperação. Além disso, é importante ressaltar que os países produtores do *corpus* científico incentivem os autores e compartilhem informações com outros países, consolidando a importância das políticas de acesso aberto para democratizar o conhecimento e promover a colaboração global, especialmente em áreas com impacto social direto como a saúde.

Referências

- AMPUTATION: Prosthetic Hand and Fingers. **The Hand Society**. c2020. Disponível em: <<https://www.assh.org/handcare/condition/amputation-prosthetic-hand-and-fingers>>. Acesso em: 24 maio. 2025.
- ATEŞ, E.; KORKMAZ, E. K. Randomized control trial in nursing education: A bibliometric analysis and visualization. **Nurse Education in Practice**, v. 86, p. 104394, 1 jul. 2025. DOI: [10.1016/j.nepr.2025.104394](https://doi.org/10.1016/j.nepr.2025.104394).
- GEETHANJANA, H. K. A.; HETTIGE, B. Application of Artificial Intelligence in Prosthetics: A Review. 16th International Research Conference, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/378907593_Application_of_Artificial_Intelligence_in_Prosthetics_A_Review. Acesso em: 4 jun. 2025.
- GUSENBAUER, M. Search where you will find most: Comparing the disciplinary coverage of 56 bibliographic databases. **Scientometrics**, v. 127, n. 5, p. 2683–2745, 1 maio 2022. DOI: [10.1007/s11192-022-04289-7](https://doi.org/10.1007/s11192-022-04289-7).
- RIBEIRO, H. C. M. Bibliometria: quinze anos de análise da produção acadêmica em periódicos brasileiros. **Biblios Journal of Librarianship and Information Science**, n. 69, p. 1–20, 2017. Doi: [10.5195/biblios.2017.393](https://doi.org/10.5195/biblios.2017.393).
- ROSA-JÚNIOR, A. P. da R.; FÉLIX, T. R.; PARANHOS, L. R.; HERVAL, Á. M.; SAMPAIO, A. C. F. Acidentes de trabalho graves envolvendo membros superiores: Uma análise no contexto da crise brasileira. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. e46710616117, 7 jun. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i6.16117>.
- SANTANA, L. D.; SAMPAIO, S. M.; GONÇALVES, P. H. Uso de materiais de baixo custo para melhoria da aderência de próteses de mão impressas em 3D. **Human Factors in Design**, v. 12, n. 24, p. 058–069, 13 dez. 2023. DOI: <https://doi.org/10.5965/2316796312242023058>.