



10° EBBC

Encontro Brasileiro de
Bibliometria e Cientometria



O MAPA DA INOVAÇÃO EM VACINAS DE MRNA PARA DOENÇAS TROPICAIS NEGLIGENCIADAS: concentrações, ausências e implicações para a agenda de P&D

Alice Fusaro Faioli

<https://orcid.org/0000-0003-3352-3038>

alice.faioli@fiocruz.br

Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Claudia Chamas

<https://orcid.org/0000-0002-9898-8461>

claudia.chamas@fiocruz.br

Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Bruna de Paula Fonseca

<https://orcid.org/0000-0002-8795-2578>

bruna.fonseca@fiocruz.br

Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Resumo:

Este estudo mapeou o cenário global de inovação em vacinas de mRNA para as 21 doenças tropicais negligenciadas (DTNs) da OMS, integrando análises bibliométrica (Scopus) e patentométrica (Orbit Intelligence). Dos 601 artigos e 2.439 famílias de patentes recuperados, foram incluídos 73 e 86, respectivamente. Os resultados evidenciam distribuição assimétrica: raiva, dengue e chikungunya concentram a produção científica e patentária, com predominância de China, Estados Unidos e Alemanha. A participação incipiente de países endêmicos revela desalinhamento estrutural entre carga de doença e geração de inovação, indicando necessidade de estratégias coordenadas de financiamento e fortalecimento de P&D.

Palavras-Chave: Vacinas. Doenças tropicais negligenciadas. Inovação. Patentes.

EIXO TEMÁTICO:

Ciência, Tecnologia e Inovação

MODALIDADE:

Resumo expandido

DOI: 10.22477/x.ebbc.1053

COMO CITAR ESTE ARTIGO:

FAIOLI, Alice Fusaro; CHAMAS, Claudia; FONSECA, Bruna de Paula. O mapa da inovação em vacinas de mRNA para doenças tropicais negligenciadas: concentrações, ausências e implicações para a agenda de P&D. In: EBBC - Encontro Brasileiro de Bibliometria e Cientometria. 10. Anais [...]. Curitiba, 2026. DOI: 10.22477/x.ebbc.1053. Disponível em: <https://doi.org/10.22477/x.ebbc.1053>.



1 INTRODUÇÃO

As doenças tropicais negligenciadas (DTNs) afetam mais de um bilhão de pessoas, sobretudo em países de baixa e média renda da África, Ásia e América Latina, perpetuando ciclos de pobreza e iniquidades em saúde. O *Roadmap* para DTNs 2021–2030 da Organização Mundial da Saúde (OMS) identifica o desenvolvimento de vacinas como prioridade estratégica para seis doenças - chikungunya, dengue, leishmaniose, hanseníase, raiva e esquistossomose - para as quais ainda não há vacinas eficazes e amplamente acessíveis (World Health Organization, 2020).

A pandemia de COVID-19 acelerou o desenvolvimento e a validação da tecnologia de vacinas de RNA mensageiro (mRNA), demonstrando sua rapidez de desenvolvimento, escalabilidade produtiva e elevada eficácia. Essa plataforma apresenta características particularmente relevantes para algumas DTNs, como a capacidade de induzir respostas imunes adaptativas e inatas, a possibilidade de produção em instalações compactas e o potencial para manufatura local em regiões endêmicas (Pardi *et al.*, 2018). A expansão da capacidade global de produção de mRNA após a pandemia, associada à criação de hubs regionais de manufatura apoiados pela OMS em países de baixa e média renda, abre uma janela de oportunidade para direcionar essa tecnologia ao desenvolvimento de vacinas para doenças historicamente negligenciadas (Gsell *et al.*, 2023).

Nesse contexto, análises bibliométricas e patentométricas constituem ferramentas úteis para mapear dinâmicas de pesquisa e inovação, permitindo identificar tendências, atores estratégicos e lacunas tecnológicas (Kumar *et al.*, 2022). No entanto, apesar do crescente interesse na aplicação da tecnologia de mRNA a diferentes doenças infecciosas, ainda são escassos estudos que analisem de forma integrada a produção científica e a atividade patentária relacionada às DTNs. Este

estudo realiza uma análise bibliométrica e patentométrica do cenário global de pesquisa e inovação em vacinas de mRNA voltadas às DTNs, com o objetivo de identificar tendências, principais atores e possíveis lacunas que possam orientar prioridades de pesquisa e desenvolvimento.

Ressalta-se que este estudo não pressupõe viabilidade universal da plataforma mRNA para todas as DTNs, uma vez que a aplicabilidade da tecnologia varia conforme a classe do patógeno e o tipo de resposta imune protetora requerida. O objetivo é mapear onde a inovação existe, e onde está ausente, como subsídio para estratégias informadas de priorização de P&D.

2 METODOLOGIA

Este estudo integrou análises bibliométrica e patentométrica para mapear o cenário global de pesquisa e inovação em vacinas de RNA mensageiro (mRNA) voltadas às 21 doenças tropicais negligenciadas (DTNs) definidas pela Organização Mundial da Saúde, a saber: Úlcera de Buruli, doença de Chagas, dengue, chikungunya, dracunculíase, equinococose, trematodíases transmitidas por alimentos, tripanossomíase africana humana, leishmaniose, hanseníase, filariose linfática, micetoma, cromoblastomicose e outras micoses profundas, oncocercose, raiva, sarna, esquistossomose, helmintíases transmitidas pelo solo, teníase, tracoma e boubá. Os metadados de publicações científicas foram recuperados da base Scopus em maio de 2025 e processados no software VantagePoint. As famílias de patentes foram identificadas e analisadas por meio da plataforma Orbit Intelligence em agosto de 2025. Não houve restrição temporal.

A estratégia de busca combinou termos específicos para cada DTN (Quadro 1) com termos relacionados a vacinas de mRNA, usando o operador booleano AND, com a seguinte sequência de pesquisa para vacina de mRNA: ((rna OR mrna OR

“ribonucleic acid”) AND (vaccin* OR immunization OR immunizing OR immuno-
genic)). A estratégia de busca para as patentes foi a mesma utilizada para artigos
científicos, complementada com termos de busca específicos para patentes de
vacinas de mRNA (Quadro 2). Os termos de busca #1, #2 e #3 (Quadro 2) foram
combinados utilizando o operador booleano OR (#1 OR #2 OR #3) e associados a
cada um dos termos de busca de DTNs descritos no Quadro 1 utilizando o opera-
dor AND.

Quadro 1: Termos de busca para as 21 DTNs analisadas no estudo

DOENÇA	ESTRATÉGIA DE BUSCA
Doença de Chagas	chagas OR "Trypanosoma cruzi" OR "T cruzi" OR "American Trypanosomiasis"
Úlcera de Buruli	buruli OR "Mycobacterium ulcerans" OR "M ulcerans"
Chikungunya	chikungunya OR CHIKV
Dengue	dengue OR DENV
Dracunculíase	dracunculiasis OR dracunculosis OR "Guinea worm" OR "Dracunculus medinensis" OR "D medinensis"
Equinococose	echinococcosis OR echinococcoses OR hydatidosis OR "Echinococcus granulosus" OR "Echinococcus multilocularis" OR "Echinococcus vogeli" OR "Echinococcus oligarthrus" OR (hydatid pre/1 disease)
Trematodíases transmitidas por alimentos	clonorchiasis OR clonorchis OR "Clonorchis sinensis" OR "Chinese liver fluke" OR "Oriental liver fluke" OR opisthorchiasis OR "Opisthorchis viverrini" OR "O viverrini" OR fascioliasis OR fasciolosis OR "Fasciola hepatica" OR "Fasciola gigantica" OR "F gigantica" OR paragonimiasis OR "Paragonimus westermani" OR "P westermani" OR "Oriental Lung Fluke" OR "Endemic Hemoptysis"
Tripanossomíase africana humana	"Trypanosoma brucei" OR "T brucei" OR "African Trypanosomiasis" OR "Sleeping sickness"
Leishmaniose	*Leishmania*
Hanseníase	lepra OR leprae OR leprosy OR leprose OR leprosis OR Hanseniasis OR Hansenosis OR "Hansen disease" OR "Hansens disease" OR "Mycobacterium leprae" OR "M leprae" OR "Mycobacterium lepromatosis" OR "M lepromatosis" OR antileprotic OR antileprosy
Filariose linfática	filariasis OR filarias OR filariosis OR filarioses OR elephantiasis OR elephantiasis OR Bancroftian OR brugian OR "Wuchereria bancrofti" OR "W bancrofti" OR "Brugia malayi" OR "B malayi" OR "Brugia timori" OR "B timori"

DOENÇA	ESTRATÉGIA DE BUSCA
Micetoma	mycetoma OR actinomycetoma OR eumycetoma OR mycetomata OR maduromycosis OR "Madura foot"
Comoblastomicose e outras micoses profundas	chromomycosis OR chromoblastomycosis OR "Dermatitis verrucosa" OR "Fonsecaea pedrosoi" OR "F pedrosoi" OR "Fonsecaea monophora" OR "F monophora" OR "Fonsecaea nubica" OR "F nubica" OR "Fonsecaea pugnaciosa" OR "F pugnaciosa" OR "Cladophialophora carrionii" OR "C carrionii" OR "Cladophialophora amoensis" OR "C amoensis" OR "Phialophora verrucosa" OR "P verrucosa" OR "Rhinochlamydia aquaspersa" OR "R aquaspersa" OR "Exophiala jeanselmei" OR "E jeanselmei" OR "Exophiala dermatitidis" OR "E dermatitidis" OR "Exophiala spinifera" OR "E spinifera"
Oncocercose	onchocerciasis OR Onchocerca volvulus OR "River blindness"
Raiva	rabies OR antirabies OR antirabic OR lyssa OR lyssavirus
Sarna	scabies OR scabietic OR "Sarcoptes scabiei" OR "Sarcoptic mange"
Esquistossomose	*schistosomiasis* OR *bilharzia* OR "S mansoni" OR "S japonicum" OR "S mekongi" OR "S guineensis" OR "S intercalatum" OR "S haematobium"
Helminthíases transmitidas pelo solo	ancylostomiasis OR ankylostomiasis OR anchylostomiasis OR "Necator americanus" OR "N americanus" OR "Ancylostoma duodenale" OR "A duodenale" OR trichuriasis OR trichocephaliasis OR "Trichuris trichiura" OR "T trichiura" OR strongyloidiasis OR strongyloidosis OR anguilluliasis OR "Strongyloides stercoralis" OR "S stercoralis"
Teníase	teniasis OR taeniasis OR taeniid OR *cysticercosis* OR "Taenia solium" OR "T solium" OR "Taenia saginata" OR "T saginata" OR "Taenia asiatica" OR "T asiatica"
Tracoma	trachoma OR "Egyptian ophthalmia" OR "Granular conjunctivitis" OR "Chlamydia trachomatis" OR "C trachomatis"
Bouba	yaws OR "Treponema pallidum" OR "Treponema carateum"

Quadro 2: Termos de busca para vacinas de mRNA utilizados nas buscas de patentes

#	ESTRATÉGIA DE BUSCA
1	(((((RIBONUCLEIC 1W ACID) OR (RNA) OR (MESSENGER 1W RIBONUCLEIC 1W ACID) OR (MRNA) OR (MESSENGER 1W RNA)) S VACCIN+)))/TI/AB/CLMS AND (EPRD >= 2010-01-01)
2	(((((RIBONUCLEIC 1W ACID) OR (RNA) OR (MESSENGER 1W RIBONUCLEIC 1W ACID) OR (MRNA) OR (MESSENGER 1W RNA))))/TI/AB/CLMS AND (A61K-2039/53)/IPC/CPC AND (EPRD >= 2010-01-01)
3	(((((RIBONUCLEIC 1W ACID) OR (RNA) OR (MESSENGER 1W RIBONUCLEIC 1W ACID) OR (MRNA) OR (MESSENGER 1W RNA)) S (IMMUNIZATION OR IMMUNOGENIC OR IMMUNIZING))))/TI/AB/CLMS AND (A61K-039)/IPC/CPC AND (EPRD >= 2010-01-01)

Os títulos e resumos das publicações e, no caso das patentes, resumos e reivindicações foram triados de forma independente por dois pesquisadores (AFF e CC) para avaliação de elegibilidade. Foram incluídos documentos que: (i) abordassem qualquer etapa do desenvolvimento de vacinas de mRNA para pelo menos uma das 21 DTNs selecionadas; (ii) fossem destinados ao uso humano; e (iii) apresentassem evidências experimentais de desenvolvimento vacinal. O critério de evidência experimental foi aplicado para concentrar a análise em esforços ativos de P&D com avanço científico ou tecnológico demonstrável. Os documentos foram incluídos se apresentassem qualquer evidência empírica do desenvolvimento de vacinas de mRNA para a DTN alvo, desde abordagens iniciais (por exemplo, seleção de epítomos *in silico*, expressão do construto de mRNA, caracterização da formulação) até estágios avançados (por exemplo, testes de imunogenicidade em modelos animais, avaliação clínica). As discrepâncias foram discutidas em conjunto e as decisões finais de inclusão foram tomadas por consenso.

As instituições envolvidas foram classificadas como academia ou empresa. Colaborações institucionais foram identificadas quando duas ou mais instituições participaram de um mesmo artigo ou família de patente.

3 RESULTADOS

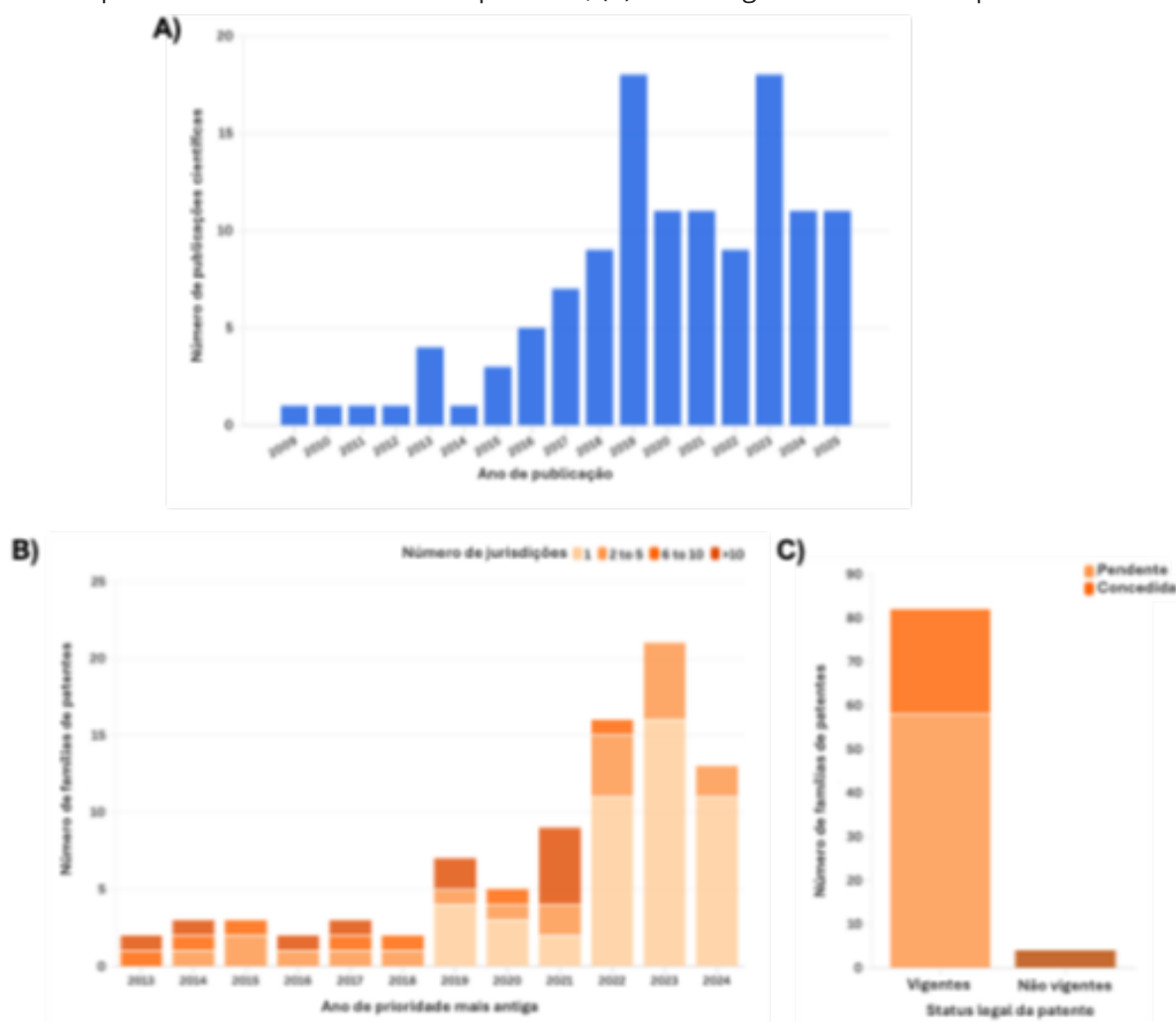
A estratégia de busca recuperou 601 artigos na base Scopus e 2.439 famílias de patentes no Orbit Intelligence. Após triagem por relevância e elegibilidade, foram incluídos 73 artigos e 86 famílias de patentes, correspondentes a 424 pedidos de patente individuais.

As publicações científicas sobre vacinas de mRNA para DTNs apresentaram tendência de crescimento nos últimos anos, com mais da metade dos artigos (n=39; 55%) publicados a partir de 2023, atingindo pico nesse mesmo ano (Figura 1). De

forma semelhante, a atividade patentária também se intensificou recentemente: 58% das famílias de patentes (n=50) apresentam datas de prioridade a partir de 2022, com pico em 2023.

A maioria das famílias de patentes permanece ativa (n=82; 95%), das quais 67% estão pendentes e 28% já foram concedidas. Além disso, 45% das famílias (n=39) foram depositadas em múltiplos escritórios de patentes, indicando estratégias de proteção tecnológica em diferentes jurisdições.

Figura 1: Tendências temporais em pesquisa e inovação de vacinas de mRNA para DTNs:
(A) publicações por ano; (B) famílias de patentes por ano de prioridade mais antiga, estratificadas pelo número de escritórios de patentes; (C) status legal das famílias de patentes

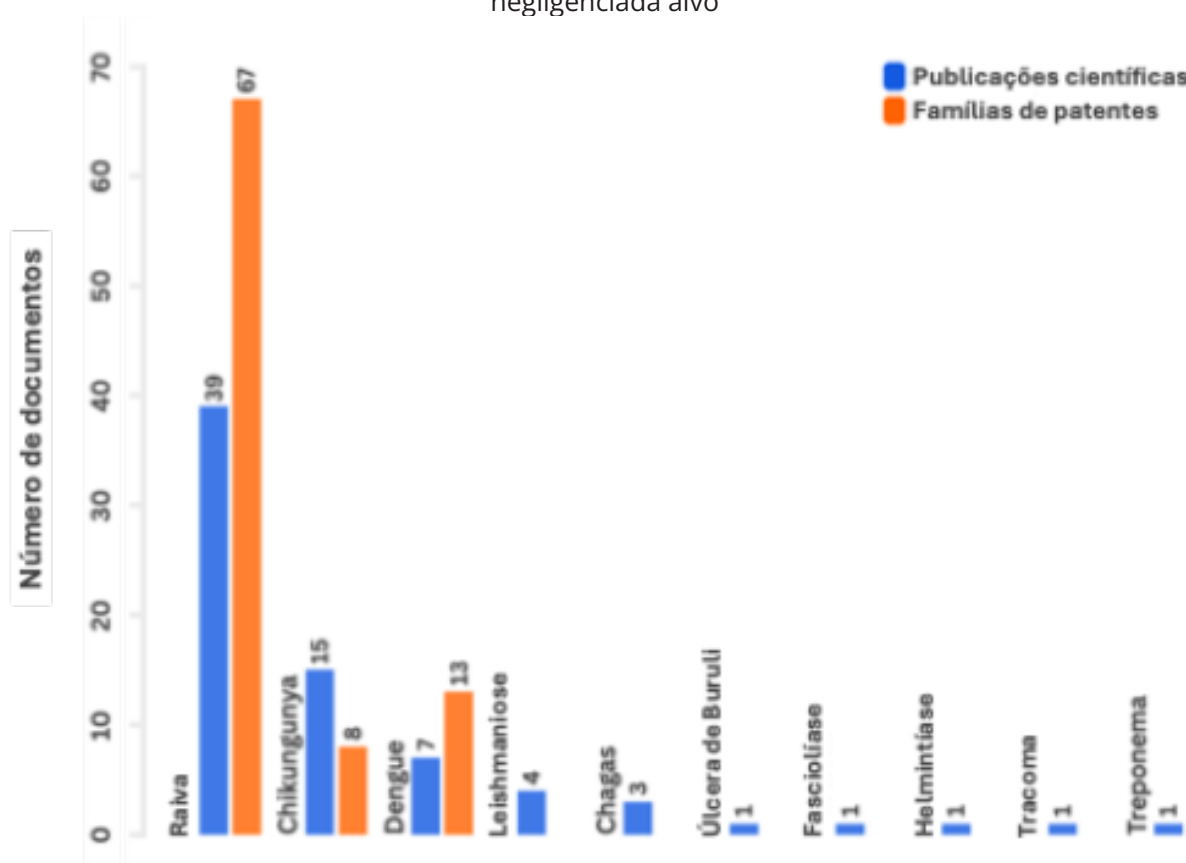


A raiva concentrou a maior parte tanto das publicações científicas quanto da ati-

vidade patentária. Entre os 73 artigos incluídos, 53% (n=39) abordaram raiva, seguida por chikungunya (21%; n=15), dengue (10%; n=7), leishmaniose (5%; n=4) e doença de Chagas (4%; n=3). Os 7% restantes incluíram estudos sobre úlcera de Buruli, fasciolíase, helmintíases, tracoma e treponematoses.

A concentração foi ainda mais pronunciada entre as patentes. Das 86 famílias identificadas, 76% (n=67) referiam-se à raiva, seguidas por dengue (15%; n=13) e chikungunya (9%; n=8). Essas três doenças foram as únicas para as quais foram identificadas simultaneamente publicações científicas e documentos de patente. Para 14 das 21 DTNs analisadas não foram encontradas publicações ou patentes relacionadas a vacinas de mRNA, incluindo hanseníase e esquistossomose, ambas priorizadas para o desenvolvimento de vacinas no Roadmap da OMS para DTNs 2021–2030.

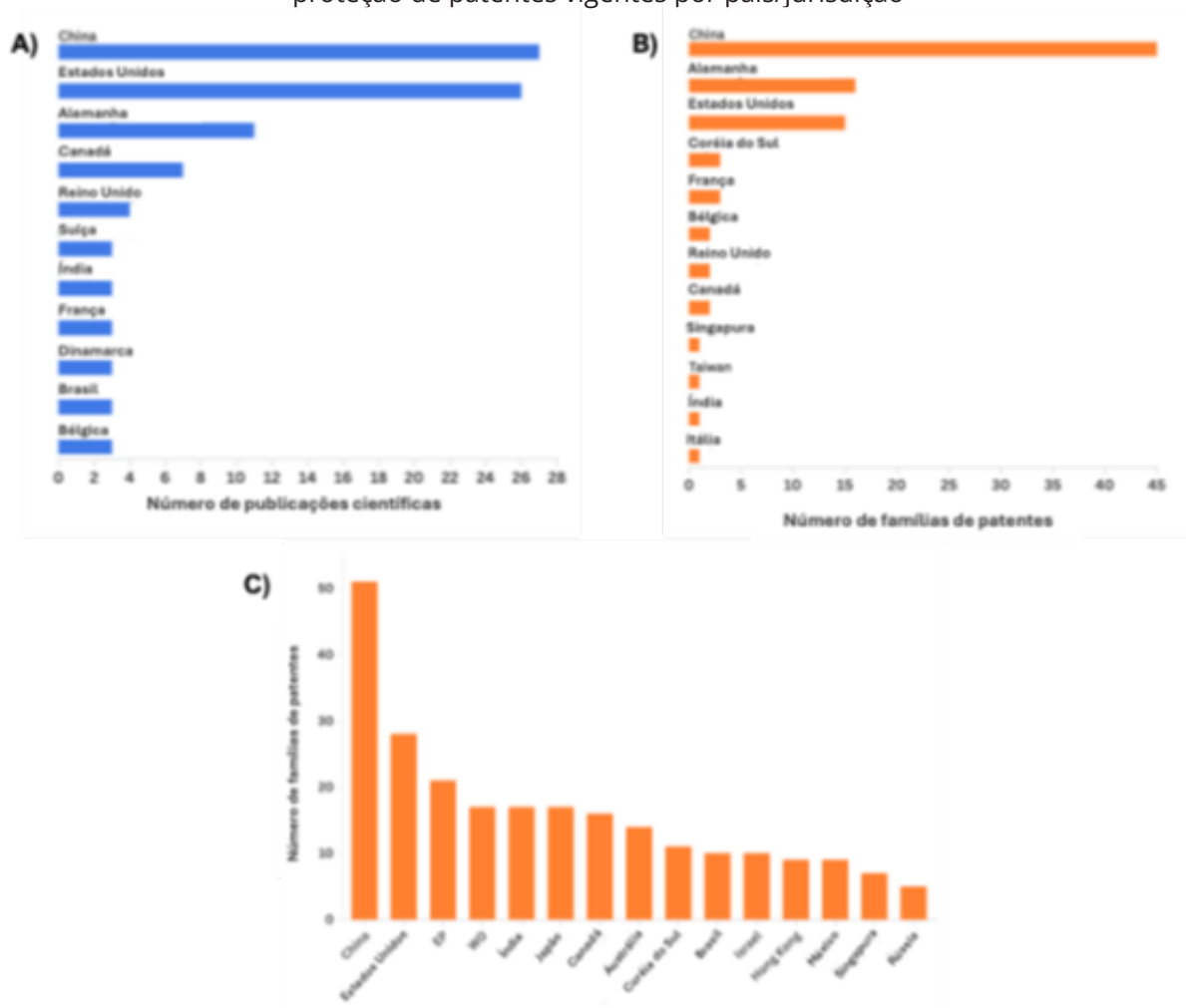
Figura 2: Distribuição de publicações científicas e famílias de patentes por doença tropical negligenciada alvo



A China liderou a produção científica, com 27 artigos (37%), seguida pelos Estados Unidos (n=26; 36%) e pela Alemanha (n=11; 15%). As contribuições de outros países de baixa e média renda foram limitadas: Brasil e Índia registraram apenas três publicações cada. A distribuição geográfica dos titulares de patentes refletiu padrão semelhante, com predominância da China (n=45; 52%), seguida pela Alemanha (n=16; 19%) e pelos Estados Unidos (n=15; 17%) como principais polos de P&D.

A análise das patentes vigentes (concedidas ou pendentes) indicou que China e Estados Unidos constituem os principais mercados de proteção tecnológica, concentrando 33% (n=79) de todos os depósitos ativos (n=242). Entre os PBMRs, apenas China, Brasil, México e Índia aparecem como jurisdições de proteção. Contudo, exceto por uma patente pertencente a um titular indiano, todos os depósitos nesses países foram realizados por entidades estrangeiras.

Figura 3: Distribuição geográfica da pesquisa e inovação em vacinas de mRNA para DTNs:
(A) países por número de publicações; (B) países por famílias de patentes; (C) mercados de proteção de patentes vigentes por país/jurisdição

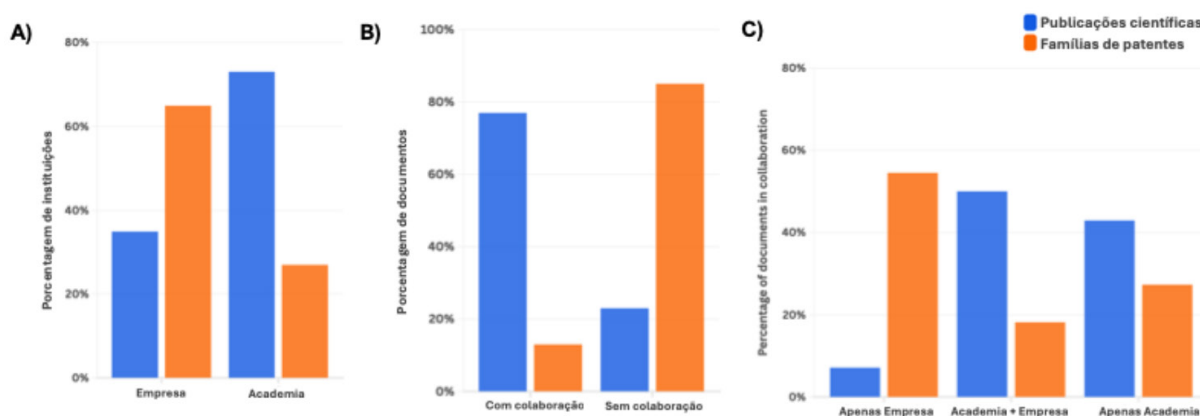


Instituições acadêmicas foram as principais responsáveis pela produção científica, enquanto corporações predominaram na atividade patentária. Entidades acadêmicas representaram 73% das instituições envolvidas em publicações, em comparação com 35% nas patentes.

A colaboração institucional (duas ou mais instituições) foi mais frequente em artigos (77%; n=56) do que em patentes (13%; n=11). Entre os artigos colaborativos, 50% (n=28) envolveram parcerias entre academia e empresa, 43% (n=24) corresponderam a colaborações exclusivamente acadêmicas e 7% (n=4) a colaborações entre empresas. Em contraste, as patentes colaborativas foram predominante-

mente corporativas: 54% (n=6) envolveram apenas empresas, seguidas por colaborações exclusivamente acadêmicas (27%; n=3) e parcerias entre academia e empresa (18%; n=2).

Figura 4: Perfis institucionais e padrões de colaboração: (A) proporção de instituições acadêmicas e corporativas; (B) frequência de colaboração em publicações e patentes; (C) tipos de colaboração entre documentos colaborativos



4 DISCUSSÃO

Este estudo indica que a inovação em vacinas de mRNA para DTNs ainda se encontra em estágio inicial, com foco restrito a um pequeno número de doenças. Esses achados são consistentes com análises anteriores do cenário de inovação em DTNs, que também apontam atividade de pesquisa e desenvolvimento (P&D) limitada (Pedrique et al., 2013).

O foco em raiva, dengue e chikungunya pode refletir as vantagens da plataforma de mRNA para induzir respostas imunes robustas contra antígenos virais de superfície bem caracterizados. Em contraste, a ausência de atividade de P&D para doenças priorizadas pela OMS, como hanseníase e esquistossomose, provavelmente resulta de uma combinação de restrições de financiamento historicamente associadas às DTNs e desafios biológicos relacionados a diferentes classes de patógenos (Kant, 2024). Enquanto DTNs de etiologia viral apresentam maior viabi-

lidade técnica, doenças causadas por protozoários e helmintos impõem desafios imunológicos adicionais que limitam o potencial da tecnologia independentemente do nível de investimento. O predomínio da raiva pode ser explicado pela disponibilidade de antígenos bem caracterizados e modelos animais validados, além do risco de reintrodução em países de alta renda que já eliminaram a doença, o que gera incentivos de mercado mais fortes do que aqueles observados para doenças restritas a contextos de baixa renda (Pardi et al., 2018).

A concentração geográfica da P&D em países como China, Estados Unidos e Alemanha reflete padrões mais amplos da inovação em vacinas de mRNA (Li *et al.*, 2022), mas evidencia um descompasso entre capacidade de inovação e carga de doença. As contribuições de países de baixa e média renda permaneceram limitadas, apesar de as DTNs afetarem predominantemente populações desses países. Os padrões de proteção patentária reforçam essa assimetria: embora alguns mercados endêmicos (Brasil, México e Índia) apareçam como jurisdições de depósito, a maioria das patentes nesses países pertence a entidades estrangeiras. Esse cenário sugere que, mesmo quando há interesse em proteger tecnologias nesses mercados, a capacidade local de inovação permanece restrita, refletindo limitações estruturais de infraestrutura de P&D e baixos incentivos comerciais para vacinas voltadas às DTNs.

5 CONCLUSÕES

Os resultados evidenciam lacunas no desenvolvimento de vacinas de mRNA para DTNs e reforçam a necessidade de estratégias mais coordenadas de financiamento, colaboração e priorização de P&D. Entre as principais recomendações para agências de financiamento, formuladores de políticas e organizações de saúde global estão: o financiamento estratégico para doenças priorizadas pela OMS

ainda sem avanços relevantes, como hanseníase e esquistossomose; o fortalecimento da colaboração Sul-Sul e de hubs regionais de inovação, com ampliação da capacidade de P&D além da manufatura; e o incentivo a parcerias de desenvolvimento de produtos, acordos público-privados, transferência de tecnologia e licenciamento voluntário para viabilizar o uso de candidatos vacinais já existentes. Além disso, o monitoramento contínuo dos ecossistemas de inovação por meio de análises cientométricas e patentométricas é fundamental para orientar decisões e reduzir desigualdades em saúde.

REFERÊNCIAS

- GSELL, Pierre-Stéphane *et al.* Key considerations for the development of novel mRNA candidate vaccines in LMICs: A WHO/MPP mRNA Technology Transfer Programme meeting report. **Vaccine**, v. 41, n. 49, p. 7307–7312, 30 nov. 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264410X23012100>. Acesso em: 01 mai. 2026.
- KANT, Lalit. Vaccines for neglected tropical diseases: Learnings from COVID-19. **The Indian Journal of Medical Research**, v. 160, n. 3 & 4, p. 319–322, 28 nov. 2024. Disponível em: <https://ijmr.org.in/vaccines-for-neglected-tropical-diseases-learnings-from-covid-19/>. Acesso em: 01 mai. 2026.
- KUMAR, Arun *et al.* The mRNA vaccine development landscape for infectious diseases. **Nature Reviews Drug Discovery**, v. 21, n. 5, p. 333–334, maio 2022. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41573-022-00035-z>. Acesso em: 27 jun. 2024.
- LI, Mengyun *et al.* Advances in mRNA vaccines. **International Review of Cell and Molecular Biology**, v. 372, p. 295–316, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/chapter/bookseries/pii/S1937644822000569?via%3Dihub>. Acesso em: 11 set. 2024.
- PARDI, Norbert *et al.* mRNA vaccines — a new era in vaccinology. **Nature Reviews Drug Discovery**, v. 17, n. 4, p. 261–279, abr. 2018. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nrd.2017.243>. Acesso em: 05 jun. 2024.
- PEDRIQUE, Belen *et al.* The drug and vaccine landscape for neglected diseases (2000–11): a systematic assessment. **The Lancet. Global Health**, v. 1, n. 6, p. e371–379, dez. 2013. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X\(13\)70078-0/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X(13)70078-0/fulltext). Acesso em: 01 mai. 2026.



10° EBBC

Encontro Brasileiro de
Bibliometria e Cientometria



WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Ending the neglect to attain the Sustainable Development Goals: a road map for neglected tropical diseases 2021–2030.**

Geneva, , 2020. Disponível em: https://www.who.int/neglected_diseases/Revised-Draft-NTD-Roadmap-23Apr2020.pdf . Acesso em: 3 ago. 2020.