XXX Congresso de Iniciação Científica UNICAMP

DISTRIBUIÇÃO GEORREFERENCIADA DO DESENVOLVIMENTO DE VACINAS PARA A COVID-19: UM PANORAMA GLOBAL

Palavras-Chave: **Covid-19; Vacinas; Pesquisa e Desenvolvimento**

João Victor Antunes Lopes [1-2], UNICAMP

(Orientador) Prof. Dr. André Luiz Sica de Campos [1], UNICAMP

Rafael Rodrigues de Moraes [2], UNICAMP

Profa. Drª Luciana Correia Alves [2], UNICAMP

[1] Faculdade de Ciências Aplicadas

[2] Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH) — Departamento de Demografia

INTRODUÇÃO

Os esforços para o desenvolvimento de uma vacina contra a Covid-19 ganharam relevância desde que a Organização Mundial de Saúde (OMS) reconheceu a situação de pandemia em 11 de março de 2020 (World Health Organization, 2020). Os números referentes ao desenvolvimento dos imunizantes expõem a mobilização mundial na busca por posição na "corrida das vacinas". Em 22 de dezembro de 2020, existiam 61 vacinas em fase clínica de desenvolvimento e 172 em fase pré-clínica (World Health Organization, 2022). Já em 2021, no mês de abril, os números correspondem a 88 vacinas para fase clínica e 184 em fase pré-clínica (World Health Organization, 2022). Em fevereiro de 2022, os números correspondem a 140 vacinas em fase clínica e 194 em fase pré-clínica (World Health Organization, 2022).

Nesse contexto de desenvolvimento do imunizante, notam-se parceiras que envolvem agentes públicos e privados. Dentre esses, institutos de pesquisa, empresas privadas e universidades. A estratégia de atuação das bioindústrias está diretamente relacionada ao consistente conhecimento sobre a imunopatologia humana fornecido por parcerias acadêmicas, de modo que nenhuma empresa é capaz de atuar individualmente na fabricação e comercialização de seus produtos (Estrella & Bataglia, 2013; Rappuoli & Hanon, 2018). Há, ainda, uma aversão dessas companhias aos altos riscos e incertezas dos processos biológicos humanos (Pisano, 2006) e aos riscos financeiros (Thakor et al., 2017). Dessa forma, as alianças entre o setor público e privado são uma alternativa para as dificuldades encontradas no setor de biotecnologias (Laplane & Mazzucato, 2020; Lazonick & Tulum, 2011; Mazzucato, 2013).

Contudo, resultados preliminares mostraram que tais agentes envolvidos no processo de desenvolvimento de vacinas estão localizados fundamentalmente em países de economia avançada. Portanto, o desenvolvimento de vacinas ocorre de forma desigual entre os países e acontece predominantemente nesses países economicamente avançados (Thanh Le et al., 2020). Além do mais, não só o desenvolvimento — como também a distribuição global dos imunizantes já produzidos — ocorre de modo que apenas 0,2% das 700 milhões de vacinas administradas até abril de 2021 foram destinadas aos países pobres (UN News, 2021).

É fato que a experiência dos países de alta renda é bastante diferente daqueles de baixa renda em relação à Covid-19. Ou seja, a Covid-19 exerce uma grande sobrecarga nos países em desenvolvimento. Nos países em desenvolvimento, a prevalência é aproximadamente constante entre os grupos etários, porém maior do que nos países economicamente desenvolvidos. Por sua vez, nos países ricos a

prevalência é menor entre os adultos e os idosos representam a parcela da população com maior vulnerabilidade e frequência da doença. Na idade de 20 anos, a taxa de letalidade média países em desenvolvimento é 2,7 vezes maior do que em países de alta renda e aos 60 anos o risco é dobrado — refletindo uma combinação de elevada transmissão com acesso limitado aos serviços de saúde (Levin et al., 2022).

Tendo em vista que o controle efetivo da pandemia exige uma maior coordenação e envolvimento do Hemisfério Sul nos esforços de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) de vacinas (Thanh Le et al., 2020) — sobretudo com a constituição de novos epicentros da doença espalhados em países cuja capacidade de desenvolvimento de imunizantes é limitada (e.g. Brasil, Argentina, Chile.) — o presente estudo busca mapear a distribuição do desenvolvimento das vacinas contra a Covid-19 em fase clínica pelo mundo. Especificamente, objetiva-se: (i) analisar globalmente a distribuição dos projetos de desenvolvimento das vacinas contra a Covid-19 em fase clínica e (ii) identificar o padrão de concentração tecnológica de tal distribuição.

METODOLOGIA

A primeira etapa consistiu em tabular todas as instituições envolvidas em fase clínica de desenvolvimento da vacina para o novo coronavírus, a partir do relatório divulgado pela OMS *Covid – Landscape of novel coronavirus candidate vaccine development worldwide* (World Health Organization, 2022) (atualizado em 1 de fevereiro de 2022).

Tabulou-se 140 projetos de vacina contra Covid-19 em fase clínica pelo mundo a partir de dados divulgados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) desde o início da pandemia até fevereiro de 2022. Desses, foram identificados 209 agentes envolvidos e para cada agente se buscou dados referentes à latitude e longitude de sua posição geográfica. Dentre os 209, 187 agentes foram incluídos na amostra e 22 excluídos. A exclusão ocorreu pelo fato da indisponibilidade das informações de latitude e longitude. A partir disso, criou-se uma planilha com as colunas: desenvolvedor, país, cidade, latitude, longitude e plataforma. Posteriormente, construiu-se um mapa georreferenciado por meio do *software* R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a tabela 1, observa-se que Estados Unidos e China concentram 27,27% e 20,30% das vacinas em fase clínica de desenvolvimento, respectivamente. Em terceiro lugar está Inglaterra com 5,88%, seguido pelo Japão (4,28%) e Canadá (3,74%). Índia e Irã aparecem com 3,21%, enquanto Alemanha, Coreia do Sul e Rússia concentram 2,67%. Austrália, Cuba, França e Turquia apresentam 2,14% dos desenvolvimentos. Com 1,60% aparecem Itália e Tailândia. Na penúltima posição da distribuição, Áustria, Brasil, Indonésia Noruega e Vietnã aparecem com 1,07%. Arábia Saudita, Bélgica, Cazaquistão, Cingapura, Egito, Espanha, Holanda, Israel, México, Mianmar, Países Baixos, Taiwan e República de Uganda possuem 0,53%.

Tabela 1 — Distribuição dos países envolvidos no desenvolvimento de vacinas para Covid-19 em fase clínica

País	Frequência absoluta	Frequência relativa	Porcentagem %
Estados Unidos	51	0,273	27,27%
China	38	0,203	20,32%
Inglaterra	11	0,059	5,88%
Japão	8	0,043	4,28%
Canadá	7	0,037	3,74%
Índia	6	0,032	3,21%
Irã	6	0,032	3,21%
Alemanha	5	0,027	2,67%
Coreia Do Sul	5	0,027	2,67%
Rússia	5	0,027	2,67%
Austrália	4	0,021	2,14%
Cuba	4	0,021	2,14%
França	4	0,021	2,14%
Turquia	4	0,021	2,14%
Itália	3	0,016	1,60%
Tailândia	3	0,016	1,60%
Áustria	2	0,011	1,07%

Brasil	2	0,011	1,07%
Indonésia	2	0,011	1,07%
Noruega	2	0,011	1,07%
Vietnã	2	0,011	1,07%
Arábia Saudita	1	0,005	0,53%
Bélgica	1	0,005	0,53%
Cazaquistão	1	0,005	0,53%
Cingapura	1	0,005	0,53%
Egito	1	0,005	0,53%
Espanha	1	0,005	0,53%
Holanda	1	0,005	0,53%
Israel	1	0,005	0,53%
México	1	0,005	0,53%
Mianmar	1	0,005	0,53%
Países Baixos	1	0,005	0,53%
Taiwan	1	0,005	0,53%
República de Uganda	1	0,005	0,53%
Total	187	1	100%

Fonte: Autoria própria a partir de OMS (2022).

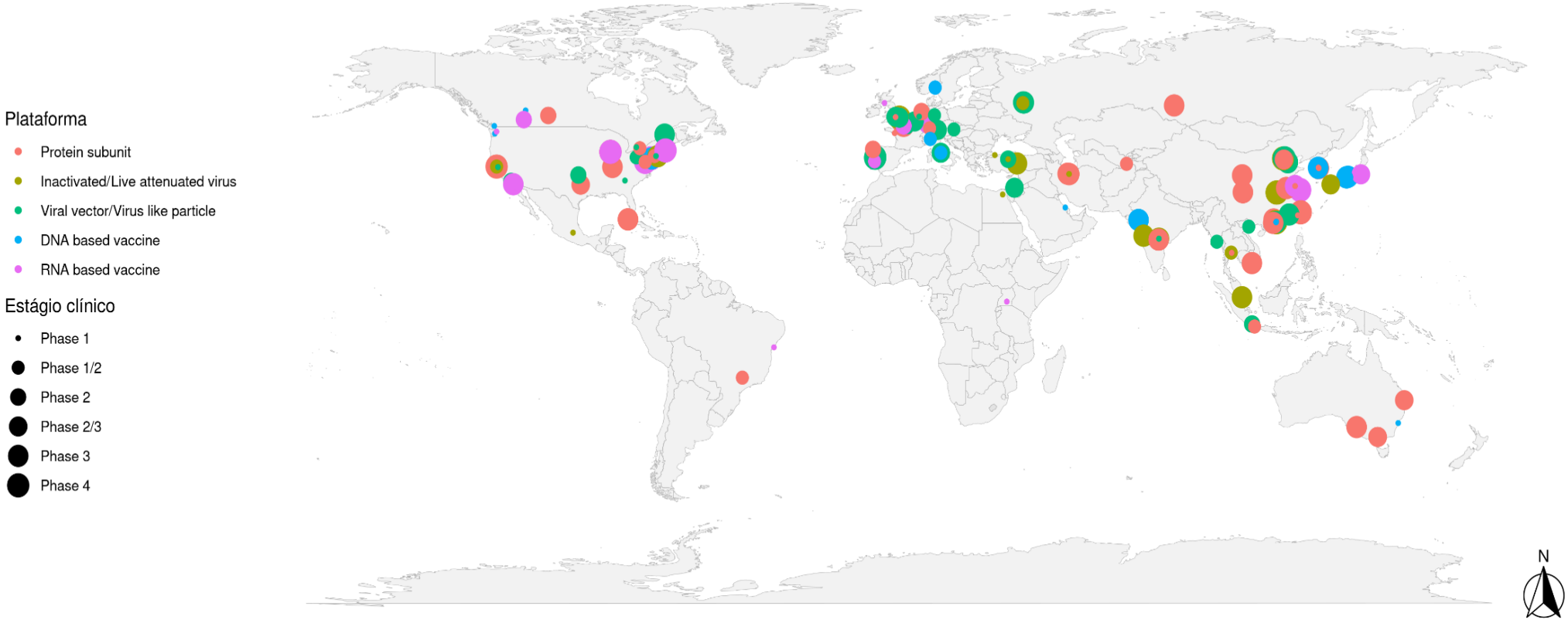
A partir da distribuição por país do desenvolvimento de vacinas apontado na tabela 1 pode-se inferir como tem se dado a distribuição regional de tais atividades. Nossa análise se baseia no recorte em nível de subcontinentes. Assumimos, neste artigo, os testes clínicos como relacionados às etapas do desenvolvimento tecnológico de vacinas. As evidências apontam para uma concentração em nível subcontinental com fragmentação em nível nacional. Chama a atenção o fato que a América do Norte (EUA e Canadá) (31% dos testes clínicos) disputa a liderança de esforços de desenvolvimento de vacinas com o que chamamos de Sul-Sudeste Asiático (combinando China, Japão, Índia, Coréia do Sul, Tailândia, Vietnam, Taiwan e Singapura) quanto a tais atividades (34,7% dos testes clínicos). Nestes termos, a Europa Ocidental assume papel secundário (Reino Unido, Alemanha, França, Itália, Áustria, Noruega, Espanha, Holanda e Bélgica) (16,6% dos testes clínicos). Nos dois últimos subcontinentes, encontra-se a dispersão dos testes clínicos em diversos países.

Estas evidências são consistentes com os estudos da produção globalizada da tecnologia, que apontam uma tendência ao desenvolvimento de tecnologias em regiões específicas (Patel & Pavitt, 1991) e conforme Belderbos et al. (2013) apud Papanastassiou et al. (2019). Alcunhado como triadização por Patel & Pavitt (1991), Papanastassiou et al. (2019) apontam precisamente para o que poderia se chamar de regionalização fragmentada do desenvolvimento da tecnologia — que parece se refletir em nossos dados. Ou seja, as atividades tecnológicas estão concentradas em determinadas regiões, mas fragmentadas em diversos países dentro dessas. Em termos qualitativos, cumpre apontar o que transparece na figura 1 quanto a maturidade das tecnologias em teste. Enquanto a América do Norte e a Europa Ocidental realiza testes clínicos de tecnologias mais modernas (como a do RNA mensageiro e do vetor viral), o Sul-Sudeste Asiático parece apresentar uma propensão a testar tecnologias mais maduras (como de vírus atenuado/inativado ou de subunidades proteicas).

Os demais testes clínicos reportados pela OMS (17,7%) foram conduzidos no que chamamos de "resto do mundo" incluindo Oriente Médio (Irã, Turquia e Arábia Saudita) (6,41%), seguindo-se América Latina (Cuba, Brasil e México) (3,74%), Ásia Central (Rússia e Cazaquistão) (3,2%), Oceania (Indonésia e Austrália) (3,2%) e África (Egito e Uganda) (1,06%). Dois pontos são evidentes: primeiro, a posição extremamente periférica do Brasil tanto quando comparado aos demais BRIC (Rússia, Índia e China), quanto na América Latina (sob a liderança de Cuba). Segundo, tanto a América Latina como a África apresentam-se como regiões com carência de implementação de testes clínicos. Esse fato aponta a necessidade de intensificação dessas atividades nestas regiões para o preparo e a resposta a futuros eventos pandêmicos.

Figura 1

Mapa da distribuição global do desenvolvimento de vacinas para Covid-19 em fase clínica



Fonte: Autoria própria a partir de OMS (2022)

CONCLUSÕES

Este trabalho empenhou esforços para a visualização do panorama mundial da distribuição do desenvolvimento de vacinas para Covid-19 em fase clínica pelo mundo. Os resultados atuais reafirmam a tendência observada por Thanh Le et al. (2020) a respeito da concentração da do desenvolvimento de imunizantes contra à Covid-19 em regiões economicamente avançadas e na China.

Nossa contribuição consistiu em identificar quais regiões e países têm a liderança das diferentes modalidades de tecnologias em teste, bem como buscar apresentar um padrão para esse fenômeno. Demonstrou-se que os projetos de desenvolvimento das vacinas contra a Covid-19 em fase clínica estão concentrados nas seguintes regiões: América do Norte (em tecnologias de fronteira), seguido do Sul-Sudeste Asiático (em tecnologias maduras) e ambos seguidos da Europa Ocidental (também desenvolvendo tecnologias de fronteira). Além disto, dentro das duas últimas regiões existe uma acentuada fragmentação em nível nacional. Esses achados confirmam estudos anteriores sobre a relativa concentração da distribuição internacional do desenvolvimento tecnológico. Todavia, tal concentração mostra-se problemática, tendo em vista possíveis eventos epidêmicos e pandêmicos, que necessitarão de respostas rápidas em nível global para sua contenção e posterior controle. A participação do Brasil, bastante limitada até para os padrões latino-americanos, é problemática neste sentido. Ademais, nota-se uma fragilidade nos esforços envidados tanto na América Latina, quanto no continente Africano, com uma participação muito limitada nos testes clínicos estudados aqui.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Belderbos, R., Leten, B., & Suzuki, S. (2013). How Global is R&D? Firm-Level Determinants of Home Country Bias in R&D. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/SSRN.2381979

Estrella, A., & Bataglia, W. (2013). A influência da rede de alianças no crescimento das empresas de biotecnologia de saúde humana na indústria brasileira. *Organizações & Sociedade*, *20(65)*, 321–339.

Laplane, A., & Mazzucato, M. (2020). Socializing the risks and rewards of public investments: Economic, policy, and legal issues. *Research Policy: X*, *2*(May), 1–11. https://doi.org/10.1016/j.repolx.2020.100008

Lazonick, W., & Tulum, Ö. (2011). US biopharmaceutical finance and the sustainability of the biotech business model. *Research Policy*, *40*(9), 1170–1187. https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.05.021

Levin, A. T., Owusu-Boaitey, N., Pugh, S., Fosdick, B. K., Zwi, A. B., Malani, A., Soman, S., Besançon, L., Kashnitsky, I., Ganesh, S., Mclaughlin, A., Song, G., Uhm, R., Herrera-Esposito, D., de Los Campos, G., Carolina, A., Antonio, P., Tadese, E. B., & Meyerowitz-Katz, G. (2022). Assessing the burden of COVID-19 in developing countries: systematic review, meta-analysis and public policy implications. *BMJ Global Health*, *7*(5), e008477. https://doi.org/10.1136/BMJGH-2022-008477

Mazzucato, M. (2013). *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths*. Anthem Press.

Papanastassiou, M., Pearce, R., & Zanfei, A. (2020). Changing perspectives on the internationalization of R&D and innovation by multinational enterprises: A review of the literature. *Journal of International Business Studies*, *51*(4), 623–664. https://doi.org/10.1057/S41267-019-00258-0

Patel, P., & Pavitt, K. (1991). Large Firms in the Production of the World's Technology: An Important Case of "Non-Globalisation." *Journal of International Business Studies 1991 22:1*, *22*(1), 1–21. https://doi.org/10.1057/PALGRAVE.JIBS.8490289

Pisano, G. P. (2006). Can Science Be a Business?: Lessons from Biotech. *Harvard Business Review*, *85*(1), 119–120.

Rappuoli, R., & Hanon, E. (2018). Sustainable vaccine development: a vaccine manufacturer's perspective. *Current Opinion in Immunology*, *53*, 111–118. https://doi.org/10.1016/j.coi.2018.04.019

Thakor, R. T., Anaya, N., Zhang, Y., Vilanilam, C., Siah, K. W., Wong, C. H., & Lo, A. W. (2017). Just how good an investment is the biopharmaceutical sector? *Nature Biotechnology*, *35*(12), 1149–1157. https://doi.org/10.1038/nbt.4023

Thanh Le, T., Andreadakis, Z., Kumar, A., Gómez Román, R., Tollefsen, S., Saville, M., & Mayhew, S. (2020). The COVID-19 vaccine development landscape. In *Nature reviews. Drug discovery* (Vol. 19, Issue 5, pp. 305–306). NLM (Medline). https://doi.org/10.1038/d41573-020-00073-5

UN News. (2021). *Low-income countries have received just 0.2 per cent of all COVID-19 shots given*. UN News. https://news.un.org/en/story/2021/04/1089392

World Health Organization. (2020). *Virtual press conference on COVID-19 – 11 March 2020*. *1*, 1–9.

World Health Organization. (2022). *COVID-19 - Landscape of novel coronavirus candidate vaccine development worldwide*. R&DBlueprint. https://www.who.int/publications/m/item/draft-landscape-of-covid-19-candidate-vaccines