

TEXTO PARA DISCUSSÃO

3132

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NOS
PAÍSES DO BRICS: SOBERANIA,
ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO
E DIFERENTES PERSPECTIVAS**

**SERGIO QUEIROZ
DENISE DIREITO**



**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NOS
PAÍSES DO BRICS: SOBERANIA,
ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO
E DIFERENTES PERSPECTIVAS**

SERGIO QUEIROZ¹

DENISE DIREITO²

1. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Diest/Ipea). *E-mail*: sergio.queiroz@ipea.gov.br.

2. Especialista em políticas públicas e gestão governamental e coordenadora de Estudos da Governança e Implementação da Transformação Digital (Cogit) na Diest/Ipea. *E-mail*: denise.direito@ipea.gov.br.

Governo Federal

Ministério do Planejamento e Orçamento

Ministra Simone Nassar Tebet

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento e Orçamento, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidenta

LUCIANA MENDES SANTOS SERVO

Diretor de Desenvolvimento Institucional

FERNANDO GAIGER SILVEIRA

**Diretora de Estudos e Políticas do Estado,
das Instituições e da Democracia**

LUSENI MARIA CORDEIRO DE AQUINO

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

CLÁUDIO ROBERTO AMITRANO

**Diretor de Estudos e Políticas Regionais,
Urbanas e Ambientais**

ARISTIDES MONTEIRO NETO

**Diretor de Estudos e Políticas Setoriais,
de Inovação, Regulação e Infraestrutura (substituto)**

PEDRO CARVALHO DE MIRANDA

Diretora de Estudos e Políticas Sociais (substituta)

JOANA SIMÕES DE MELO COSTA

Diretora de Estudos Internacionais

KEITI DA ROCHA GOMES

Chefe de Gabinete

ALEXANDRE DOS SANTOS CUNHA

**Coordenadora-Geral de Imprensa e
Comunicação Social**

GISELE AMARAL DE SOUZA

Ouvidoria: <https://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <https://www.ipea.gov.br>

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2025

Queiroz, Sergio

Inteligência artificial nos países do BRICS : soberania, estágios de desenvolvimento e diferentes perspectivas / Sergio Queiroz, Denise Direito. – Rio de Janeiro: Ipea, 2025.

78 p. : il., gráfs., mapa. – (Texto para Discussão ; n. 3132).

Inclui Bibliografia.

ISSN 1415-4765

1. Inteligência Artificial. 2. BRICS. 3. Soberania Tecnológica e Digital. 4. Acordos Internacionais. I. Direito, Denise. II. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. III. Título.

CDD 384

Ficha catalográfica elaborada por Elizabeth Ferreira da Silva CRB-7/6844.

Como citar:

QUEIROZ, Sergio; DIREITO, Denise. **Inteligência artificial nos países do BRICS**: soberania, estágios de desenvolvimento e diferentes perspectivas. Rio de Janeiro: Ipea, junho 2025. 78 p.: il. (Texto para Discussão, n. 3132). DOI: <https://dx.doi.org/10.38116/td3132-port>

JEL: F53; F55; O32; O38.

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos).

Acesse: <https://repositorio.ipea.gov.br/>.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento e Orçamento.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

SINOPSE	
ABSTRACT	
1 INTRODUÇÃO	6
1.1 Sobre o estudo	9
2 IA, SOBERANIA DIGITAL E SOBERANIA TECNOLÓGICA: COMO SE RELACIONAM?	11
3 EIXOS ESTRUTURANTES PARA O DESENVOLVIMENTO EM IA	17
3.1 Infraestrutura computacional	17
3.2 Dados.....	18
3.3 Mão de obra especializada	19
3.4 P&D	20
4 ANÁLISES DE RESULTADOS	21
4.1 Visão geral.....	21
4.2 Infraestrutura computacional	29
4.3 Dados.....	36
4.4 Mão de obra	43
4.5 P&D	53
5 PRINCIPAIS CONCLUSÕES.....	60
REFERÊNCIAS.....	64
APÊNDICE.....	69
ANEXO.....	77

SINOPSE

Este estudo analisa os documentos de referência sobre inteligência artificial (IA) publicados por dez países-membros do BRICS, com o objetivo de identificar suas prioridades para o desenvolvimento dessa tecnologia. A metodologia baseou-se em análise documental, utilizando *software* de análise de conteúdo, orientada pelos conceitos de soberania tecnológica e digital e por quatro eixos estruturantes que guiaram a avaliação de cada país: i) infraestrutura computacional; ii) dados; iii) mão de obra especializada; e iv) pesquisa e desenvolvimento (P&D). Os resultados revelam um cenário heterogêneo, com diferentes ambições e estágios de maturidade. China e Rússia destacam-se pela busca da liderança global em IA, com investimentos maciços em soberania tecnológica integral, desde *hardware* até algoritmos. Países como Irã, por sua vez, focalizam a dominância regional. Outros membros apresentam estratégias menos voltadas para a inovação autônoma, concentrando-se na adoção de soluções de IA para melhorar serviços públicos (saúde, segurança, educação). A escassez de mão de obra especializada e as fragilidades nos sistemas de P&D são desafios para todos os países. No campo da cooperação internacional, iniciativas como infraestruturas compartilhadas (*hubs* regionais de computação), além de legislação para compartilhamento de dados e *frameworks* de interoperabilidade, são questões cruciais para os membros do BRICS.

Palavras-chave: inteligência artificial; BRICS; soberania tecnológica e digital; acordos internacionais.

ABSTRACT

The study analyzes key reference documents on artificial intelligence (AI) published by ten BRICS member countries, with the objective of identifying their priorities for the development of this technology. The methodology is based on document analysis, supported by content analysis software, and guided by the concepts of technological and digital sovereignty, as well as four structuring dimensions used to evaluate each country: i) computational infrastructure; ii) data; iii) skilled workforce; and iv) research and development (R&D). The results reveal a heterogeneous landscape, marked by varying ambitions and stages of maturity. China and Russia stand out for their pursuit of global leadership in AI, marked by substantial investments in comprehensive technological sovereignty, ranging from hardware to algorithms. In contrast, countries such as Iran prioritize regional dominance. Other members present strategies less focused on autonomous innovation, instead emphasizing the adoption of AI solutions to enhance public services (health, security, education). A shortage of skilled professionals and weaknesses in R&D systems are common challenges across all countries. In the field of international cooperation, initiatives such as shared infrastructures (for instance, regional computing hubs), along with legislation on data sharing and interoperability frameworks, are identified as crucial issues for BRICS countries.

Keywords: artificial intelligence; BRICS; technological and digital sovereignty; international agreements.

1 INTRODUÇÃO

Desde que o termo inteligência artificial (IA) foi cunhado em 1956,¹ o campo tem atravessado ciclos de altos e baixos em termos de interesse da indústria e da mídia. Períodos de entusiasmo seguidos por momentos de desânimo caracterizaram a história da IA, refletindo expectativas elevadas sobre seu potencial revolucionário, sucedidas por fases de desapontamento quando os resultados esperados não se concretizavam tão rapidamente. Apesar dessa trajetória oscilante, estudos acadêmicos sobre IA nunca cessaram. Ao contrário, seguiram um curso contínuo de pesquisa, impulsionando avanços científicos importantes e mantendo a IA como um campo científico dinâmico e em contínua evolução.

No início dos anos 2000, começou a ficar evidente que a IA tinha um potencial significativo para a geração de riqueza, especialmente no setor privado. Empresas como o Google (Alphabet) identificaram uma oportunidade singular ao explorar a capacidade da IA para personalizar e direcionar anúncios publicitários (Levy, 2013). Esse modelo de geração de receita transformou a IA em uma ferramenta essencial para a economia digital, solidificando seu valor no mercado global.

Na década de 2010, novos avanços tecnológicos impulsionaram o campo. O desenvolvimento de técnicas de aprendizagem de máquina profunda (*deep learning*), aliado ao crescimento exponencial do poder computacional, trazido sobretudo pelas unidades de processamento gráfico (*graphics processing units* – GPUs) e a expansão das infraestruturas de computação em nuvem (*cloud computing*), criou um ambiente propício para o crescimento da IA. Esses progressos tecnológicos despertaram novo interesse industrial, com empresas de diferentes setores reconhecendo as possibilidades oferecidas pela IA para automatização, análise de dados em grande escala (*big data*) com alto grau de precisão e criação de novos produtos e serviços.

Mais recentemente, o desenvolvimento da IA generativa introduziu um novo capítulo na evolução tecnológica. Com aplicações variadas na criação de conteúdo original que incluem desde textos, passando por imagens, vídeos, código de programas, até mesmo a geração de modelos de proteínas, essa vertente da IA tem gerado uma onda de inovações em diversos campos, ampliando o escopo de atuação da tecnologia, ao ponto de ganhar o Prêmio Nobel de Química (Royal Swedish Academy of Sciences, 2024).

1. Durante o seminário Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence.

Estaríamos em mais um momento de euforia com a IA que será logo frustrado? Não parece ser o caso. Por exemplo, o ganho de produtividade previsto com o uso de ferramentas baseadas em IA generativa não é só mais uma promessa futura, evidências iniciais fornecidas por vários tipos de experimentos já apoiam em grande parte essa hipótese. Ganhos de produtividade significativos vêm sendo observados quando são fornecidas ferramentas baseadas em modelos de linguagem de grande porte (*large language models* – LLMs) aos trabalhadores (Brynjolfsson, Li e Raymond, 2023; Cambon *et al.*, 2023; Dell’Acqua *et al.*, 2023; Noy e Zhang, 2023; Spatharioti *et al.*, 2023). Note, entretanto, que tais possíveis ganhos não se convertem automaticamente em vantagens para a sociedade, podendo ser apropriados por uma elite. Assim, os governos precisam articular políticas voltadas a trazer benefícios para toda a sociedade. Governos ao redor do mundo reconhecem o potencial transformador da IA, alimentando expectativas sobre seus impactos e aplicações transversais:

a IA possibilita ganhos substanciais de competitividade ou de produtividade em todos os setores da economia, bem como nos serviços públicos. A ciência de dados, o aprendizado de máquina e a robótica formam, assim, a base da “4ª revolução industrial” (France, 2025a, tradução nossa).²

Além da articulação dentro dos Estados-nação, blocos econômicos ou de cooperação têm marcado o cenário internacional desde o final da Segunda Guerra e no processo de globalização (Haesbaert e Porto-Gonçalves, 2006). Ultrapassa o limite desse estudo analisar esse complexo fenômeno, mas o processo recente de cooperação dos países do chamado Sul global aponta para uma possível reorganização do campo da cooperação internacional para o desenvolvimento (Besharati e Esteves, 2015). É dentro desse contexto que propomos a análise dos pressupostos do desenvolvimento dentro de um bloco de cooperação internacional nos termos do BRICS.

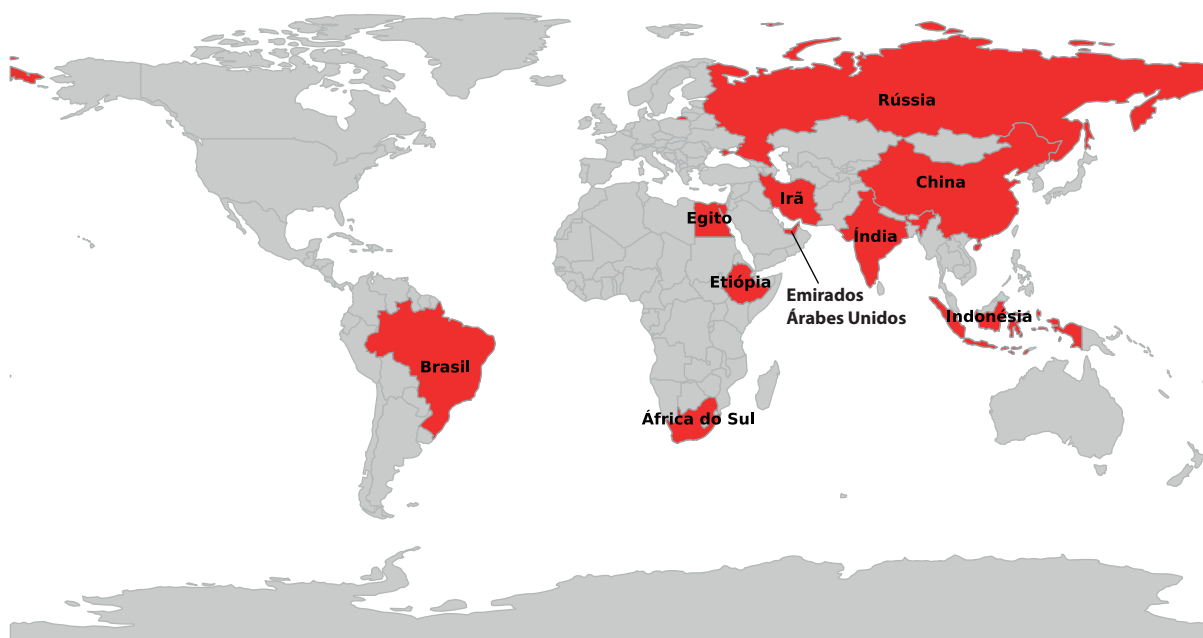
O termo BRIC foi criado em 2001 pelo economista britânico Jim O’Neill, do Goldman Sachs, para descrever as economias emergentes do Brasil, Rússia, Índia e China, recomendando investimentos nesses países como o futuro da economia mundial. O conceito se consolidou politicamente com a primeira reunião ministerial em 2006, evoluindo para uma cooperação formal, especialmente após a crise financeira de 2008, quando os países passaram a atuar conjuntamente em fóruns globais como o Grupo dos Vinte (G20), o Fundo Monetário Internacional (FMI) e o Banco Mundial.

2. “L’IA permet des gains substantiels de compétitivité ou de productivité dans tous les secteurs de l’économie et dans les services publics. La science des données, l’apprentissage machine et la robotique forment ainsi la matrice de la ‘4^e révolution industrielle’”.

A África do Sul ingressou em 2011, adicionando a letra S à sigla. Em 2023, na Cúpula de Joanesburgo, foi anunciada a segunda expansão do grupo, efetivada em 2024. Hoje são membros plenos do grupo África do Sul, Brasil, China, Egito, Emirados Árabes Unidos, Etiópia, Índia, Indonésia, Irã e Rússia³ (figura 1). O BRICS busca maior representatividade dos países em desenvolvimento na governança global, promovendo cooperação econômica, financeira e política entre seus membros.

FIGURA 1

BRICS: países-membros considerados neste estudo



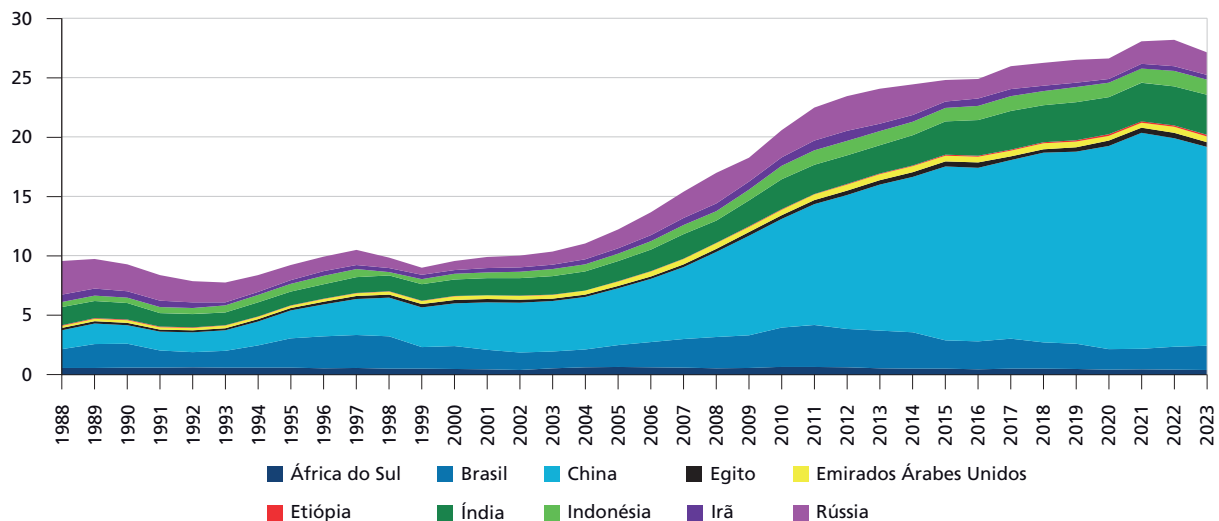
Elaboração dos autores.

O BRICS, enquanto mecanismo de cooperação, adquiriu centralidade nos últimos anos, inclusive pela ampliação do número de países que o compõe. Juntos, eles representavam, em 2023, 27% do produto interno bruto (PIB) mundial (em uma trajetória crescente, como mostra o gráfico 1) e abrigavam 48% da população global.

3. A Arábia Saudita demonstrou intenção de aderir ao BRICS, mas, por questões geopolíticas, ainda não tem participado de forma plena dos encontros. Dessa forma, não foi considerada no âmbito deste estudo.

GRÁFICO 1**PIB dos países do BRICS em relação ao PIB mundial (1988-2023)**

(Em %)



Fonte: Banco Mundial.

Elaboração dos autores.

Esses países compartilham desafios comuns, como desigualdade social, infraestrutura digital desigual e a necessidade de capacitação técnica em larga escala. Contudo, eles também apresentam vantagens comparativas que os colocam em posição estratégica para o desenvolvimento de IA. Por exemplo, a China está em posição de disputar a hegemonia em IA, enquanto a Índia possui grande tradição em formação de quadros competentes em informática e exportação de serviços em tecnologia. Rússia e Brasil têm um grande histórico de investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e setores acadêmicos ativos.

1.1 Sobre o estudo

Este estudo busca compreender as dimensões e as prioridades que os países-membros do BRICS estabeleceram para o desenvolvimento de sistemas de IA. Quando se comparam países em arenas de cooperação, o tema da soberania se estabelece. Dessa forma, a reflexão sobre soberania, mais precisamente os debates sobre soberania digital e tecnológica, foi abordada e balizou este estudo com o objetivo de avaliar como esse conjunto de países pode colaborar ou competir para aumentar sua influência na governança global de IA. As perguntas norteadoras podem ser assim entendidas: quais as semelhanças, quais as sobreposições e quais os focos e possibilidades de cooperação desse bloco? Que soberania é buscada nesse processo cooperativo?

Embora artigos anteriores tenham analisado estratégias nacionais de IA sob diversas perspectivas (Filgueiras, 2022a; 2022b; Radu, 2021; Saveliev e Zhurenkov, 2020; Wilson, 2022), este trabalho apresenta uma análise distinta e necessária. Sua singularidade advém, primeiramente, de sua abrangência inédita, oferecendo o que acreditamos ser o primeiro exame compreensivo das estratégias de IA em toda a composição dos membros plenos do BRICS após as importantes adições de 2024 – uma realidade geopolítica não abordada em estudos anteriores focados em diferentes conjuntos de países ou em configurações anteriores do bloco. Em segundo lugar, diferentemente da maioria dos trabalhos anteriores, esta análise posiciona a soberania tecnológica e digital como o eixo central, abordando diretamente um imperativo estratégico fundamental para as nações do BRICS, que buscam maior autonomia em tecnologias críticas.

Em terceiro lugar, empregou-se uma estrutura comparativa consistente, detalhada no apêndice *Metodologia*, aplicada sistematicamente aos Estados-membros plenos do bloco, possibilitando a comparação direta dos estágios de desenvolvimento e das prioridades no âmbito da aliança. Em quarto lugar, este estudo busca considerar o potencial para dinâmicas intrabloco, numa tentativa de mapear oportunidades concretas de colaboração e abordar desafios compartilhados entre os membros, superando visões nacionais isoladas. Finalmente, ao incorporar estratégias e dados que se estendem até o início de 2025, a análise oferece uma perspectiva atualizada e oportuna, essencial para a formulação de políticas no panorama da IA em rápida evolução. Dessa maneira, este trabalho oferece um recurso comparativo, focado na soberania, concebido para dar suporte aos formuladores de políticas públicas.

A metodologia utilizada, explorada com detalhes no apêndice, foi a análise documental, considerando-se textos oficiais ou reconhecidos como tal dos dez países que compõem o bloco que versassem sobre as estratégias e as prioridades para o desenvolvimento da IA nas respectivas nações. Para permitir um aprofundamento analítico e a comparação de aspectos determinados, foi utilizado o *software* Atlas.ti, com a instituição de códigos, conforme pormenorizado no apêndice. Além disso, em momentos específicos, visando compreender programas ou detalhes das iniciativas levantadas, recorreu-se à consulta a *sites* oficiais para obter informações complementares.

Além desta introdução, o texto se divide em quatro seções. Na seção 2, faz-se uma reflexão sobre soberania e os seus desdobramentos no mundo digital. Na seção 3, são apresentados eixos estruturantes fundamentais para o desenvolvimento em IA, que constituirão as principais dimensões analíticas utilizadas no exercício de compreensão dos textos tratados neste estudo. A seção 4 inicia com uma visão geral

dos documentos analisados, subdividindo-se em outras quatro subseções que seguem as dimensões analíticas propostas. Por último, na conclusão, são discutidos os principais achados, que relacionam os diferentes estágios tecnológicos dos países-membros e geram compreensão variada sobre o papel da IA e o que seria o seu desenvolvimento.

Destacamos que na quarta seção são feitas descrições dos documentos de cada país, podendo-se optar, numa análise transversal deste texto, pela leitura apenas da subseção *Visão geral* e dos itens *Discussão*. Estes últimos buscam um ponto de vista menos descritivo e mais analítico de cada dimensão considerada, além de relacioná-las com os aspectos de soberania levantados na segunda seção. Para uma compreensão mais aprofundada de cada país, recomenda-se a leitura de toda a seção.

2 IA, SOBERANIA DIGITAL E SOBERANIA TECNOLÓGICA: COMO SE RELACIONAM?

O termo soberania tem sido usado com múltiplos sentidos. Do ponto de vista da ciência política, o termo soberania é complexo e se articula com a noção de Estado-nação, fronteiras e autodeterminação dos povos. Para Krasner (1999), nas relações internacionais, quatro conceitos de soberania se sobressaem: a internacional legal, westfaliana, doméstica e interdependente. Nas palavras do autor:

a soberania jurídica internacional refere-se às práticas associadas ao reconhecimento mútuo, geralmente entre entidades territoriais que têm independência jurídica formal. A westfaliana refere-se à organização política baseada na exclusão de atores externos das estruturas de autoridade dentro de um determinado território. A soberania interna refere-se à organização formal da autoridade política dentro do Estado e à capacidade das autoridades públicas de exercer controle efetivo dentro das fronteiras de sua própria política. Por fim, a soberania de interdependência refere-se à capacidade das autoridades públicas de regular o fluxo de informações, ideias, bens, pessoas, poluentes ou capital através das fronteiras de seu Estado (Krasner, 1999, p. 4, tradução nossa).⁴

4. "International legal sovereignty refers to the practices associated with mutual recognition, usually between territorial entities that have formal juridical independence. Westphalian sovereignty refers to political organization based on the exclusion of external actors from authority structures within a given territory. Domestic sovereignty refers to the formal organization of political authority within the state and the ability of public authorities to exercise effective control within the borders of their own polity. Finally, interdependence sovereignty refers to the ability of public authorities to regulate the flow of information, ideas, goods, people, pollutants, or capital across the borders of their state."

Apesar de serem conceitos próximos, a diferença entre a soberania westfaliana e a interna é que na primeira há o reconhecimento externo de que aquele Estado tem autoridade sobre o seu território – independência externa – e na segunda efetivamente essa autoridade é exercida dentro daquele território.

Os diferentes conceitos também podem ser compreendidos considerando-se o binômio *autoridade-controle*, em que autoridade está relacionada à manutenção da ordem interna, até com a possibilidade do uso da força, e o controle é a capacidade do Estado de regular suas fronteiras e o fluxo de pessoas, ideias e informações que as permeiam. Assim, na soberania internacional legal e na westfaliana a tônica é sobre a autoridade, ou seja, reconhecimento que os outros países têm sobre determinado território para assumir compromissos. Já na soberania de interdependência o foco é o controle. Nessa perspectiva, questões como globalização e erosão da soberania nacional são consideradas. No mundo de dependências, o fluxo de capitais, as informações e mesmo a produção de bens implicariam uma conexão e, por vezes, subordinação a outros países. No debate sobre as mudanças trazidas pela tecnologia, na qual a IA se enquadra, a interdependência é clara, o que faria com que determinados Estados optassem pela criação de instituições internacionais para estabelecer estruturas de autoridade externas, renunciando à sua soberania westfaliana ou internacional legal.

Dentro da complexidade do mundo digital, o termo soberania ora se relaciona com a soberania interna e sua autoridade para colocar regras dentro do processo produtivo nacional, ora se relaciona com a soberania da interdependência e a busca por controle dos fluxos de dados e informações para dentro do seu território.

Observe-se que, frequentemente, palavras como soberania digital, soberania tecnológica, soberania estratégica, ou ainda soberania de dados são usadas de forma alternativa, cumulativa ou intercambiável (Pohle e Thiel, 2020). No entanto, estas expressões devem ser compreendidas em seus aspectos específicos, os quais as relacionam e priorizam diferentes dimensões da soberania.

Alguns pesquisadores estabelecem que soberania digital seria o conceito mais amplo, enquanto soberania de dados enfocaria a segurança e a propriedade dos dados, e soberania tecnológica, por sua vez, seria entendida como o esforço em lidar com tecnologias-chave, inovação e infraestruturas digitais (Autolitano e Pawlowska, 2021).

A soberania tecnológica pode ser definida como

a capacidade de um Estado ou de uma federação de Estados de prover as tecnologias que considera críticas para seu bem-estar, competitividade e capacidade de ação, bem como de desenvolver essas tecnologias ou adquiri-las de outras áreas econômicas sem uma dependência estrutural unilateral (Edler *et al.*, 2020, p. 8, tradução nossa).⁵

Assim, soberania tecnológica está relacionada à soberania enquanto autoridade para estabelecer regras internas e, no caso mais específico, à busca da autonomia e independência para produção autônoma de soluções tecnológicas.

Considerando a história do Brasil, é possível compreender como ocorrem as estratégias de apoio à soberania tecnológica. Até os anos 1980, o país teve uma política de fomento nesse sentido, ao adotar vários mecanismos de incentivo ao desenvolvimento tecnológico *made in Brazil*, com vários casos de sucesso em indústrias como a bélica, farmacêutica, automotiva e de informática⁶ (Castro, 1984). No entanto, esse projeto ambicioso de construção de uma estrutura industrial verticalmente integrada mostrou-se incapaz de acompanhar as rápidas transformações da economia mundial, especialmente a partir dos anos 1990, resultando em um baixo nível de competitividade (Rios e Veiga, 2018). Nos anos 1990, seguiu-se então um movimento de abertura da economia, visando à integração do país nas cadeias globais de valor dentro do que se tem hoje chamado de “ordem internacional baseada em regras”, seguindo a tendência mundialmente dominante. Esses avanços, que indicavam uma busca por certa interdependência harmoniosa entre os países, contudo, entraram em crise, fazendo com que as nações voltassem a se preocupar com questões de soberania que, desde a década de 1990, pareciam superadas.

Parte da explicação está no fato do desenvolvimento tecnológico, frequentemente, ser protegido pelos países e grandes corporações que o dominam, não se tratando de algo que possa ser transferido facilmente de um país para outro como se fosse uma *commodity* (Arbix, 2002). Além disso, a própria *ordem internacional baseada em regras* que, em tese, garantiria mecanismos estáveis de acesso a produtos nas cadeias globais de valor, tem nos últimos anos se fragilizado, com os tradicionais garantidores

5. “(...) *the ability of a state or a federation of states to provide the technologies it deems critical for welfare, competitiveness, and its ability to act, and to be able to develop these or source them from other economic areas without one-sided structural dependency.*”

6. Note que o modelo brasileiro do passado se concentrava numa visão mais estrita de soberania tecnológica, focada no desenvolvimento local.

do sistema, notadamente os Estados Unidos, abandonando compromissos de longa data assumidos na política econômica externa.

Nessas condições, alianças internacionais há muito tempo consideradas estáveis e instituições destinadas a salvaguardar interesses econômicos, tidas como certas, mostraram-se mais frágeis do que o esperado, corroendo a crença estabelecida no multilateralismo (Edler *et al.*, 2023). Ademais, a expressão “ordem internacional baseada em regras”, hoje amplamente utilizada pelos países ocidentais, nunca foi tradicionalmente empregada para descrever a ordem mundial. Sua recente adoção em detrimento da expressão mais convencional “direito internacional” parece ser motivada pelo seu caráter fluido e inconsistente, especialmente quando comparado à precisão desta segunda (Dugard, 2023). O uso reiterado dessa expressão de significado incerto transmite a impressão de que a natureza e o conteúdo dessas “regras” são passíveis de mudanças contínuas, de acordo com os interesses daqueles que a empregam. Nesse contexto movido, cada país se vê obrigado a trilhar seu próprio caminho em direção à soberania tecnológica, sob o risco de, se não o fizer, ser privado a qualquer momento do acesso a tecnologias críticas para o seu bem-estar, competitividade e capacidade de ação.

De forma complementar, as inovações e a velocidade das mudanças no campo das tecnologias da informação e comunicação, a partir dos anos 2000, instituíram novos modelos econômicos baseados em plataformas e na produção e troca intensiva de dados. Do mesmo modo, se consolida o fenômeno das redes sociais, que reconfigura a forma da sociedade se relacionar e de construir consensos públicos. A partir desse conjunto de processos sociais e econômicos, os grandes *players* tecnológicos (Google, Amazon, Apple, Meta etc.) assumem papel central e global – presentes em quase todas as nações – e trazem nova complexidade ao conceito de soberania (Polido, 2024). Questões como neocolonialismo, capitalismo de vigilância, autoritarismo algorítmico passam a ser usuais e reconfiguram e fragmentam a compreensão do que é soberania, sendo que, eventualmente, tal termo passou a ter significados diferentes a depender do país.

Dentro desse contexto ascende o uso do termo soberania digital. Para Robles-Carrillo (2023), há consenso de que a junção dos termos soberania e digital não é apenas uma soma, mas remete a questões diversas e transcende os sentidos usuais dados à soberania. Se para a infraestrutura as regras são as estabelecidas pelo território, para o fluxo de dados ou o acesso aos mais diversos conteúdos disponíveis na internet as regras locais podem não ser suficientes para controlar o tráfego de informações no mundo digital. A China, por exemplo, estabeleceu controle rígido sobre os conteúdos que circulam em seu território ao estabelecer seu próprio espaço digital, chamado Parede Digital (Digital Wall), dessa forma exercendo um

controle maior sobre o que circula em seu ciberespaço.⁷ Outro exemplo diz respeito aos países integrantes da União Europeia que ambicionam “recuperar o controle do campo digital” (Rosa, 2024, p. 359), e, desde o início da década de 2020, negociam com os países-membros acordos sucessivos com regras comuns de forma a regular as práticas sobre usos de dados e permissões de acesso (Bonnamy e Perarnaud, 2023; Rosa, 2024).

Parte dessa preocupação com o *mundo digital* está relacionada com o poder econômico e de influência que alguns conglomerados de tecnologia informacional adquiriram. As conhecidas *big techs* – como as empresas representadas pelo acrônimo Gafam (Google, Apple, Facebook, Amazon e Microsoft) – alcançam, muitas vezes, valores de mercado que podem superar o PIB de países. Em vista do seu poder econômico, mas mais do que isso, do poder de produção e controle de dados e informações, essas empresas acumularam capacidade de influenciar, formatar o debate público e mesmo decidir as posições defendidas por alguns governos. Há autores que apontam mesmo que seus aplicativos e algoritmos são capazes de colocar em risco democracias e chegariam, eventualmente, a rivalizar com Estados constituídos⁸ (Fisher, Assis e Trench, 2023; Pecequilo e Marzinotto Junior, 2022).

É a partir da sobreposição e mistura de papéis, entre Estado e mercado, que soberania digital adquire complexidade. É um termo fluido que por vezes se apega ao ideário tradicional de soberania dentro de limites fronteiriços, ou seja, relacionado ao poder de autoridade. No entanto, trata-se de um poder limitado e que não permite o controle pleno feito por parte das nações em seu território, visto que dados e fluxos de informações são transnacionais – não respeitam os limites dos países – ao serem usados a partir das regras colocadas pelas grandes empresas de tecnologia. Jiang e Belli (2025) buscam harmonizar esses aspectos, adotando a seguinte definição de soberania digital:

nossa abordagem à soberania digital, entendida como o exercício de agência e poder na definição da infraestrutura digital, dos dados, dos serviços e dos protocolos, não considera o Estado-nação como o único e padrão ator capaz de exercer e concretizar poderes soberanos. No âmbito digital, tais poderes são frequentemente exercidos por atores privados (por exemplo, grandes empresas

7. Para romper o cerco ao acesso a conteúdos são utilizadas alternativas como as conhecidas *virtual private networks* (VPNs), ou soluções via navegador Tor ou servidores *proxy* estáticos, entre outras.

8. Inúmeras revistas de economia e artigos do campo já utilizaram a comparação entre valor de mercados das empresas chamadas *big techs* ou sua capacidade de investimento e o tamanho dos PIBs de países, como forma de demonstrar que essas empresas são muitas vezes maiores que Estados-nação. Conferir, por exemplo, *As big tech...* (2023) e *Apple...* (2024).

de tecnologia) e são desejados por indivíduos, comunidades e Estados que não os possuem (Jiang e Belli, 2025, p. 7, tradução nossa).⁹

Dessa forma, a soberania digital estaria relacionada ao conceito de soberania de interdependência, sendo que não apenas os Estados-nação devem ser considerados, mas também grandes conglomerados privados mediadores de fluxos de dados e informações. Dentro dessa lógica, os mecanismos de controle passam a ser negociados em fóruns internacionais e, por vezes, com múltiplos atores.

De forma simplificada, no âmbito deste trabalho, vamos considerar a soberania tecnológica como a instituição de um sistema de autonomia jurisdicional sobre o desenvolvimento e acesso a ferramentas fundamentais que buscam adquirir competências locais e mobilizar recursos – humanos e sociais – para o desenvolvimento e produção de equipamentos (*hardware*/dispositivos) ou programas (*software*), dentro de Estados-nação. Já a soberania digital está aqui relacionada à capacidade de regular e preservar as identidades e os valores dos países no mundo digital. A título de exemplo, quando pensamos em dados e soberania tecnológica, isso nos remete à capacidade de geração dos dados, armazenamento adequado, desenvolvimento de nuvem dentro dos países. Já quando pensamos em dados e soberania digital estamos nos referindo ao fluxo desses dados para outros países, usos indevidos pelas grandes empresas transnacionais, tratamento em desrespeito à cultura e às diversidades do país.

O desenvolvimento da IA traz nova complexidade, visto que reconfigura ou reafirma todos os dilemas e incertezas que já se deslumbravam antes do uso intensivo de dados e da velocidade de processamento que caracterizam este desenvolvimento. Pelo seu papel econômico e como provedora de solução, a IA pode mesmo ser considerada uma nova fronteira de disputa geopolítica global, podendo reconfigurar as relações de poder dos países.

A partir desse panorama complexo, foi necessário estabelecer qual conjunto de competências articuladas é essencial para o desenvolvimento em IA. Para tanto, utilizamos quatro eixos estruturantes (Kak e West, 2024): *infraestrutura computacional*, *dados*, *mão de obra especializada*, e *P&D*. Como estes serão os eixos analíticos de todo o processo de comparação entre os vários documentos dos países, na sequência detalhamos o que cada um deles significa e sua abrangência.

9. "Our approach to digital sovereignty as the exercise of agency and power in shaping digital infrastructure, data, services, and protocols does not regard the nation-state as the default and only actor capable to exercise and realize sovereign powers. In the digital realm, such powers are often realized through private actors (e.g., tech giants) and desired by individuals, communities, and states that lack them."

3 EIXOS ESTRUTURANTES PARA O DESENVOLVIMENTO EM IA

3.1 Infraestrutura computacional

A infraestrutura computacional constitui um dos pilares centrais para o treinamento e a implementação de sistemas avançados de IA. O processamento massivo de dados, característica essencial dos modelos de IA modernos, requer vastos recursos computacionais, o que torna indispensável o uso de grandes *data centers*. Essas instalações concentram milhares de servidores, responsáveis pelo armazenamento e processamento de enormes quantidades de dados de forma contínua e eficiente. Foi-se o tempo em que era possível desenvolver IA de ponta com alguns computadores pessoais.¹⁰ Além disso, esses *data centers* não são compostos por computadores convencionais. Ao contrário, eles são alimentados por *chips* de última geração desenvolvidos especialmente para a execução de modelos de IA, que vêm evoluindo significativamente em termos de capacidade e eficiência. Nos últimos anos, o avanço do processo de fabricação dos *chips* (litografia) tem permitido que seus componentes básicos (transistores) sejam produzidos em escalas cada vez menores, medidos em poucos nanômetros ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$), o que resulta em mais potência e eficiência energética com um espaço físico reduzido. Essa miniaturização é fundamental para o desenvolvimento de *chips* que possam atender à demanda de IA, dado que algoritmos complexos exigem cada vez mais desempenho de processamento.

Contudo, a fabricação desses *chips* de ponta é concentrada em poucas empresas globais, como a Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC) e a Samsung, devido à complexidade e ao custo astronômico das fábricas de semicondutores (*fabs*) capazes de produzir *chips* utilizando litografia de ponta.¹¹ O desenvolvimento de uma *fab* moderna pode exigir investimentos superiores a US\$ 10 bilhões,¹² dada a necessidade de tecnologias avançadas, condições ambientais controladas e equipamentos altamente especializados. Além disso, o processo de fabricação desses *chips* envolve níveis extremos de precisão e inovação tecnológica, normalmente resultado da acumulação de *know-how* advindo de décadas de P&D, o que restringe a competição no mercado.

Essa concentração de capacidade produtiva em poucas empresas globais levanta desafios de soberania tecnológica para nações e organizações que desejam desenvolver

10. Ou pelo menos é isso que nos querem fazer crer. Falaremos um pouco mais sobre isso quando abordarmos o tópico de P&D.

11. Conferir, por exemplo, Crawford *et al.* (2021).

12. Conferir, por exemplo, The economics... (2022).

IA de forma independente. Países ou regiões que não possuem domínio sobre essas tecnologias podem enfrentar dificuldades em garantir o acesso contínuo e seguro a esses *chips*. Tal acesso contínuo é essencial, pois qualquer infraestrutura para IA montada hoje estará obsoleta em cinco anos.

3.2 Dados

O papel dos dados no desenvolvimento de uma IA soberana é crucial, pois eles são a matéria-prima para treinar modelos de IA que refletem a realidade e as necessidades de uma nação. Governos precisam despertar para a importância de disponibilizar dados de alta qualidade para a pesquisa e o desenvolvimento de IA, com iniciativas cujo objetivo seja a criação de bases de dados prontas para IA (*AI-ready data*). Por exemplo, nos Estados Unidos, já surgem algumas estratégias governamentais, como a Federal Data Strategy¹³ e a implementação de portais como o National Artificial Intelligence Research Resource (Nairr),¹⁴ que estão sendo estabelecidos para incentivar o uso de dados governamentais no desenvolvimento de IA.

No contexto de uma IA desenvolvida de forma independente e que reflita as necessidades e prioridades nacionais, a soberania dos dados é um elemento fundamental. Para que um país possa desenvolver sistemas de IA que atendam às suas políticas públicas e necessidades estratégicas, é necessário garantir o controle e o acesso aos dados de forma autônoma. Isso significa que governos devem priorizar a criação de infraestruturas de dados próprios e desenvolver parcerias com setores privados de maneira que não comprometam a soberania e segurança dos dados públicos.

Ao mesmo tempo, a tensão entre o uso de dados para o desenvolvimento de políticas públicas baseadas em evidências fornecidas pela análise de dados (empregando-se técnicas de IA) e a privacidade dos dados é um dos maiores dilemas enfrentados pelos governos. O treinamento de modelos de IA requer grandes quantidades de dados, muitas vezes sensíveis, que podem incluir informações pessoais de cidadãos. Por um lado, o uso desses dados pode melhorar a eficiência de serviços públicos, ajudar a resolver questões sociais e aumentar a equidade no acesso a serviços. Por outro lado, há um risco significativo de violação de privacidade e uso indevido de dados. Assim, um dos principais desafios enfrentados pelas empresas e pelo governo é equilibrar a inovação com a conformidade legal. Deve-se buscar, portanto, um cenário com segurança jurídica

13. Disponível em: <https://strategy.data.gov/>.

14. Disponível em: <https://nairrpilot.org/>.

e orientações claras sobre como os dados podem ser utilizados de maneira inovadora, possibilitando o desenvolvimento de uma IA responsável com respeito aos princípios da proteção de dados.

3.3 Mão de obra especializada

O desenvolvimento de sistemas de IA requer competências técnicas avançadas e multidisciplinares. Sem uma força de trabalho altamente qualificada, o desenvolvimento soberano de IA torna-se uma meta difícil de alcançar, abrindo espaço para a dependência tecnológica de outros países.

Esse cenário impõe a necessidade de investimentos massivos em capacitação, formação contínua e atração de talentos para garantir que os países construam e mantenham suas próprias capacidades tecnológicas. Em um setor especializado e de rápida evolução, como o da IA, não basta apenas formar especialistas em ciência da computação; é necessário fomentar uma força de trabalho que compreenda profundamente áreas como aprendizado de máquina, engenharia de dados, segurança cibernética e ética da IA.

Um dos principais desafios envolve a necessidade de capacitar e requalificar trabalhadores de modo que possam se adaptar às novas exigências tecnológicas impostas pela IA. Países que buscam soberania em IA precisam investir em programas de requalificação, capazes de garantir que a mão de obra existente acompanhe as demandas do mercado. Em muitos casos, isso envolve um maior investimento em programas nacionais de capacitação em áreas da ciência, tecnologia, engenharia e matemática (*science, technology, engineering and mathematics* – STEM), bem como em áreas humanísticas que se relacionam com as implicações éticas e sociais do uso de IA.

Além disso, os países com alto grau de desenvolvimento em IA enfrentam o desafio de reter talentos em meio à concorrência global. Grandes corporações e centros de pesquisa bem financiados, muitas vezes em países desenvolvidos, atraem os melhores especialistas com ofertas salariais elevadas e infraestruturas de pesquisa de ponta, o que resulta em um êxodo de cérebros de regiões menos desenvolvidas. Este fenômeno ameaça a capacidade dos países menos avançados desenvolverem suas próprias soluções tecnológicas.

3.4 P&D

No campo da pesquisa em IA, mundialmente, poucos grandes atores globais têm atraído muita atenção e, em certa medida, pautado as direções da pesquisa de ponta em IA.¹⁵ Estes atores são muitas vezes guiados por interesses comerciais, o que pode impor restrições significativas à diversidade de abordagens e aos objetivos das pesquisas. Isso é ainda mais agravado pelo fato de o financiamento público para essa área ter sido relativamente modesto em comparação com os muitos bilhões investidos globalmente pelo setor privado. Ainda que medidas recentes, como a criação do Nairr nos Estados Unidos, visem expandir o acesso público a recursos de pesquisa, as iniciativas públicas frequentemente seguem as tendências estabelecidas pelo setor privado, sem necessariamente desafiar ou redirecionar o curso da inovação. Tal cenário pode se refletir em políticas que pouco direcionam o investimento de P&D em IA para setores de interesse nacional, como agricultura, saúde e infraestrutura crítica, e que simplesmente reproduzem os modelos comerciais dominantes.

Há o risco crescente de que o foco em IA de grande escala e orientada para objetivos comerciais reforce a concentração de poder nas mãos de poucas empresas de tecnologia, agravando desigualdades no acesso aos benefícios dessas inovações. Isso é particularmente relevante quando se considera que os países com menor capacidade de investimento em P&D são forçados a licenciar tecnologias de corporações globais, perpetuando a dependência tecnológica.

Portanto, a construção de uma IA soberana requer um enfoque estratégico que vá além dos modelos atuais de desenvolvimento orientados pelo mercado, ela também depende da diversificação das trilhas de pesquisa. É fundamental que as políticas públicas de P&D em IA sejam robustas, diversas e orientadas por interesses sociais amplos, para que a IA possa ser moldada para servir aos interesses coletivos e não apenas aos de grandes conglomerados.

Para um desenvolvimento soberano da IA seria necessário que os eixos apontados estivessem minimamente espelhados nos documentos analisados dos diferentes países. Dessa forma, foi a partir dessas dimensões que os códigos utilizados no Atlas.ti para as análises foram definidos, conforme detalhado no apêndice *Metodologia*. Os principais resultados estão elencados a seguir.

15. Notadamente as chamadas *big techs*, conhecidas pelo acrônimo Gafam.

4 ANÁLISES DE RESULTADOS

Inicialmente, apresentamos uma visão geral dos dados, refletindo sobre o estágio tecnológico de cada país e como isso se traduz nos documentos, bem como a própria ambição de ser ou não líder regional/mundial/local no desenvolvimento da tecnologia. Na sequência, foram utilizados o *software* Atlas.ti e os códigos definidos para analisar os diferentes documentos, considerando-se os eixos estruturantes para o desenvolvimento da IA, conforme detalhado anteriormente – infraestrutura computacional, dados, mão de obra especializada, P&D.

4.1 Visão geral

Conforme se depreende da análise sistemática aqui empregada, os documentos de referência identificados para os atuais dez países-membros do BRICS refletem o atual desenvolvimento tecnológico de cada país. A Etiópia, por exemplo, demonstra que ainda tem problemas de conexão e de desenvolvimento de políticas de bem-estar social. Isso se traduz em um documento que busca em menor medida o desenvolvimento autônomo da IA, ao apontar que soluções de IA produzidas alhures podem ajudar o país a resolver problemas de educação, saúde, transporte, identidade e outros aspectos.

(...) incentivar a criação de um centro regional de computação de alto desempenho, atraindo *players* globais de nuvem e infraestrutura, como Google, Amazon, Alibaba, Microsoft e Oracle, para estabelecer instalações de computação federadas e uma cidade polo de alta tecnologia (Ethiopia, 2020, p. 13, tradução nossa).¹⁶

Os Emirados Árabes Unidos e a Índia adotam uma solução intermediária ao buscar o desenvolvimento autônomo, mas também reafirmar em vários momentos a necessidade de dar prosseguimento às parcerias já desenvolvidas com as grandes empresas de tecnologia.

(...) assim como colaborar com a Microsoft para desenvolver soluções para gestão hídrica e planejamento urbano (...) (India, 2018, p. 40, tradução nossa).¹⁷

16. "(...) *seeding the creation of a regional high performance computing centre, attracting global cloud and infrastructure players such as Google, Amazon, Alibaba, Microsoft, and Oracle, to create federated computing facilities and a high-tech hub city.*"

17. "(...) *as well as collaborated with Microsoft to develop solutions for water management and urban planning (...).*"

Os primeiros passos dos Emirados Árabes Unidos serão construir uma marca forte por meio de atividades de IA que demonstrem o país como um campo de testes para tecnologias de inteligência artificial. Isso será alcançado por meio da intermediação de acordos com empresas internacionais para realizar projetos-piloto nos Emirados Árabes Unidos (United Arab Emirates, 2018, p. 10, tradução nossa).¹⁸

A Índia também traduz o seu estágio tecnológico ao reconhecer seu potencial no desenvolvimento da IA para o mundo; dada a complexidade e escala da sua sociedade, os mais diversos tipos de soluções de IA podem encontrar no país um campo de testes ideal. De igual forma, é um país que busca caminhos para empregar sua grande massa de jovens que não consegue acessar postos avançados de *outsourcing* devido ao seu baixo nível educacional (Bhattacharya, 2007). É ressaltado, por exemplo, que um papel importante da Índia seria a anotação de textos, imagens, vídeos e sons para treinar modelos de IA.

Para enfrentar o desafio das mudanças na indústria de serviços, é importante identificar e promover a criação de empregos que possam substituir os postos de trabalho tradicionais do setor de TI-BPM [tecnologia da informação-*business process management*] no futuro. Idealmente, esses empregos fariam parte da cadeia de valor do desenvolvimento de soluções de IA, mas exigiriam um nível relativamente baixo de especialização, permitindo a geração de empregos em grande escala. Tarefas como a anotação de dados, por exemplo, têm o potencial de empregar um grande número de profissionais e atender países ao redor do mundo em projetos que, de outra forma, seriam intensivos em capital. Atividades como classificação de imagens ou transcrição de áudio exigem baixos níveis de especialização e apresentam uma oportunidade de explorar a arbitragem de custos trabalhistas para atender empresas globalmente (Índia, 2018, p. 67, tradução nossa).¹⁹

Em países como Egito, Irã, Indonésia, África do Sul e Brasil, os documentos informam sobre a necessidade de ação conjunta entre Estado, setor privado e academia, além de

18. "The UAE's first steps will build a strong brand through AI activities that demonstrate the UAE as a testbed for AI technology. This will come through brokering agreements with international firms to base pilots in the UAE."

19. "To tackle the challenge of shifts in the services industry, it is important to identify and promote creation of jobs that may replace traditional IT-BPM sector jobs in the future. These jobs would ideally be a part of the AI solution development value chain, but require a relatively low level of expertise so as to create employment at scale. Tasks such as data annotation, for example, have the potential to employ a large quantum of human resources, and serve countries all over the world in otherwise capital intensive projects. Tasks such as image classification or speech transcription require low levels of expertise and present an opportunity to exploit labour cost arbitrage to serve companies globally."

TEXTO para DISCUSSÃO

investimentos massivos em formação, como pode ser conferido no exemplo a seguir. No entanto, na maior parte dos países há pouca concretude sobre como isso seria implementado.

Para realizar a missão de pesquisa e inovação em inteligência artificial – cujo objetivo é acelerar a reforma burocrática e fortalecer nossa indústria nacional – é fundamental que todas as iniciativas relacionadas sejam estrategicamente orquestradas. A meta final é fomentar uma burocracia íntegra e um setor industrial de excelência que gere um impacto econômico significativo. Essa orquestração deve alinhar todos os esforços a esses objetivos, aproveitando todo o espectro de nossos recursos nacionais de pesquisa e inovação, que são as contribuições coletivas dos atores no âmbito da Hélice Quádrupla: governo, indústria, academia e comunidade (Indonesia, 2020, p. 83, tradução nossa).²⁰

O documento brasileiro, por sua vez, é pouco claro em relação às ambições do país. Não é possível afirmar que busque a liderança ou o desenvolvimento autônomo. O documento reafirma mais a necessidade do país se beneficiar do uso da tecnologia e o que se espera dela, do que afirmar o lugar que o país ocupará nesse processo.

A Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA) tem por objetivo potencializar o desenvolvimento e a utilização da tecnologia com vistas a promover o avanço científico e solucionar problemas concretos do país, identificando áreas prioritárias nas quais há maior potencial de obtenção de benefícios. Espera-se que a IA possa trazer ganhos na promoção da competitividade e no aumento da produtividade brasileira, na prestação de serviços públicos, na melhoria da qualidade de vida das pessoas e na redução das desigualdades sociais, entre outros (Brasil, 2021, p. 5).

De forma diversa, a Rússia e a China deixam clara a sua ambição de se consolidar como um desenvolvedor de IA e líder mundial.

A Federação Russa tem um potencial considerável para se tornar uma líder internacional no desenvolvimento e uso de tecnologias de inteligência artificial (...) (Russia, 2019, p. 6, tradução nossa).²¹

20. "Untuk mencapai tujuan dari misi riset dan inovasi industri Kecerdasan Artifisial, yaitu mengakselerasi reformasi birokrasi dan penguatan industri nasional, agar menjadi birokrasi bersih dan industri unggul yang memberikan dampak ekonomi, maka seluruh inisiatif riset dan inovasi industri Kecerdasan Artifisial perlu diorkestrasi agar mengarah kepada tujuan dengan memaksimalkan seluruh sumber daya riset dan inovasi nasional. Berbagai sumber daya dimaksud merupakan kontribusi dari aktor-aktor yang terlibat dalam payung Quadruple-Helix (pemerintah, industri, akademisi, dan komunitas)."

21. "The Russian Federation has considerable potential for becoming an international leader in the development and use of artificial intelligence technologies (...)."

(...) devemos acompanhar de perto o progresso, estudar e avaliar as tendências gerais, planejar com antecedência, definir a direção, aproveitar as oportunidades e liderar o mundo nas novas tendências do desenvolvimento da IA (China, 2017, p. 4, tradução nossa).²²

Ambos os países não mencionam parcerias com empresas multinacionais (*big techs*), optando em vários momentos por reforçar a produção interna e a opção por soluções abertas.

(...) defender o conceito de compartilhamento de código aberto e promover a ideia de que indústria, academia, pesquisa e unidades de produção inovem individualmente e, principalmente, busquem a inovação conjunta e o compartilhamento (China, 2017, p. 5, tradução nossa).²³

Outra forma de compreender o papel central almejado por esses dois países reside no fato de explicitarem com clareza os resultados a serem alcançados. O documento russo traz indicadores de resultados claros com horizonte temporal estabelecido, considerando os anos de 2024 e 2030 para avaliação desses indicadores, conforme exemplo a seguir.

Até o ano de 2030, modelos de microprocessadores funcionais, acompanhados do pacote de *software* adequado, devem ser amplamente introduzidos nos mercados russo e internacional. Centros especializados de processamento de dados baseados em microprocessadores russos devem ser inaugurados. Dispositivos inteligentes nos quais esses microprocessadores são utilizados devem ser colocados em circulação no mercado relevante de produtos (Rússia, 2019, p. 14, tradução nossa).²⁴

A estratégia de IA da China, além de escopo ambicioso, também evidencia o objetivo de alcançar a liderança global em todas as áreas dessa tecnologia. Apesar do foco maior na indústria, o documento dá muita importância à pesquisa básica, a fim de alcançar desenvolvimentos disruptivos em IA. Além disso, a estratégia integra

22. "(...) we must take the initiative to pursue and adapt to change, firmly seize the major historic opportunity for the development of AI, stick closely to development, study and evaluate the general trends, take the initiative to plan, grasp the direction, seize the opportunity, lead the world in new trends in the development of AI."

23. "(...) advocate the concept of open-source sharing, and promote the concept of industry, academia, research, and production units each innovating and in principal pursuing joint innovation and sharing."

24. "By the year 2030, functioning microprocessor models with the appropriate software package must be widely introduced on the Russian and international markets. Specialized data processing centers based on Russian microprocessors must be opened. Intelligent devices in which these microprocessors are used must be put into circulation in the relevant commodity markets."

claramente o desenvolvimento da IA com a defesa nacional, destacando o potencial das tecnologias de uso dual e a importância da colaboração entre o setor militar e civil.

Até 2030, as teorias, tecnologias e aplicações de IA da China devem atingir níveis de liderança mundial, tornando a China o principal centro de inovação de IA do mundo, alcançando resultados visíveis em aplicações de economia inteligente e sociedade inteligente e estabelecendo uma base importante para se tornar uma nação líder em estilo de inovação e uma potência econômica (China, 2017, p. 6, tradução nossa).²⁵

Aprofundar a implementação da estratégia de desenvolvimento da integração cívico-militar, para promover a formação de um padrão de integração de IA de todos os elementos, multicampo e alta eficiência (...). (...) Promover todos os tipos de tecnologia de IA para serem rapidamente incorporados no campo da inovação em defesa nacional. Fortalecer a construção de sistemas padrão de tecnologia de IA militares e civis (China, 2017, p. 21, tradução nossa).²⁶

4.1.1 Geopolítica e as *big techs*

Se considerarmos que o bloco aqui em estudo se propõe a cooperar em vários aspectos, é relevante analisar qual o espaço geopolítico posto por cada país. O Irã, por exemplo, apresenta foco em termos de cooperação regional e, por conseguinte, na produção de conteúdo adequado para a língua persa. Também é apontada como prioritária a colaboração com países que compartilhem dos mesmos valores, sobretudo no mundo islâmico. Além disso, planejam posicionar o país entre os dez líderes globais em IA até 2033.

25. "By 2030, China's AI theories, technologies, and applications should achieve worldleading levels, making China the world's primary AI innovation center, achieving visible results in intelligent economy and intelligent society applications, and laying an important foundation for becoming a leading innovation-style nation and an economic power. by 2030, China's AI theories, technologies, and applications should achieve worldleading levels, making China the world's primary AI innovation center, achieving visible results in intelligent economy and intelligent society applications, and laying an important foundation for becoming a leading innovation-style nation and an economic power."

26. "Deepen implementation of military-civilian integration development strategy, to promote the formation of an all-element, multi-field, high efficiency AI military-civilian integration pattern (...). (...) Promote all kinds of AI technology to become quickly embedded in the field of national defense innovation. Strengthen the construction of military and civilian AI technology standard systems."

Até 1412 (2033), a República Islâmica do Irã aspira estar entre os 10 principais líderes globais em inteligência artificial, alavancando seu ecossistema de IA avançado e inovador baseado em princípios e valores islâmicos (Iran, 2024, p. 3, tradução nossa).²⁷

O Egito e a África do Sul almejam também ampliar sua influência no processo e expõem a pretensão de se tornarem líderes em suas regiões:

Desempenhar um papel fundamental na promoção da cooperação nos níveis regional e internacional, defendendo iniciativas relevantes, representando posições africanas e árabes (Egypt, 2021, p. 4, tradução nossa).²⁸

A África do Sul pretende ser líder em IA no continente africano e um ator significativo no cenário global (...) (South Africa, 2024, p. 11, tradução nossa).²⁹

Enquanto isso, o Brasil busca alcançar uma posição relevante em IA nos fóruns internacionais, sobretudo com os países com os quais tem maior interlocução, mas não está registrado o intuito de disputar posição de liderança.

O Brasil deve adotar uma postura proativa e propositiva no âmbito internacional, fomentando discussões, iniciativas e parcerias sobre inteligência artificial em organismos e foros internacionais (Brasil, 2021, p. 28).

A Indonésia, no posicionamento geopolítico, em relação a posições de liderança em IA, tem aspirações mais modestas e salienta as possibilidades de cooperação com Cingapura, líder regional tecnológico. O país admite que tem um mercado digital dominado por tecnologias importadas (Indonesia, 2020, p. 28)³⁰ e dessa forma sua preocupação está mais relacionada à aquisição de suas *startups* por corporações globais, o que poderia aumentar sua dependência tecnológica.

27. "By 1412 (2033), the Islamic Republic of Iran aspires to be among the top 10 global leaders in artificial intelligence, leveraging its advanced and innovative AI ecosystem founded on Islamic principles and values."

28. "Play a key role in fostering cooperation on the regional and international levels by championing relevant initiatives, representing African and Arab positions."

29. "South Africa aims to be a leader in AI within the African continent and a significant player on the global stage (...)."

30. "Pasar digital Indonesia yang didominasi oleh teknologi import. Perusahaan multi nasional (asing) bermodal besar mendominasi proyek-proyek vital Indonesia dan banyak perusahaan rintisan jatuh ke tangan mereka."

TEXTO para **DISCUSSÃO**

O grande potencial de Cingapura em inteligência artificial pode ser uma oportunidade de cooperação com a Indonésia em vários setores potenciais, como pesquisa e inovação industrial (Indonesia, 2020, p. 16, tradução nossa).³¹

O papel desempenhado pelas *big techs*, grandes empresas de tecnologia, é pouco claro na grande maioria dos documentos, à exceção da Índia. A estratégia indiana considera as *big techs* como colaboradoras indispensáveis para as ambições do país no campo da IA. Sua participação abrange múltiplos domínios, incluindo investimentos, pesquisa em IA, infraestrutura de computação em nuvem e parcerias com a academia e o setor empresarial indianos.

A Índia também conta com as grandes empresas de tecnologia para consolidar uma iniciativa internacional colaborativa denominada Inteligência Artificial do Povo (People's AI), ou AI For All. As empresas de tecnologia contribuiriam com financiamento e recursos para esse esforço global, com ênfase em uma abordagem de "IA para todos" e na resolução de desafios globais.

Contudo, a Índia reafirma a necessidade de equilibrar estrategicamente o envolvimento dessas empresas, de forma a reduzir a dependência da infraestrutura estrangeira de IA, assegurar o acesso equitativo a dados para treinamento de IA e promover a pesquisa nacional no setor e o desenvolvimento de políticas para regulamentar a proteção de dados.

De forma diversa, um conjunto de países não faz menção, ou o faz de maneira bastante indireta, às grandes empresas de tecnologia, mas salienta a preocupação com a competição internacional, que tem criado crescentes barreiras de acesso a tecnologias avançadas. Isso é notável nos documentos do Irã, da Rússia e da China, países que já sofrem com sanções internacionais, como pode ser verificado a seguir.

Ao mesmo tempo, os poucos participantes líderes do mercado global de inteligência artificial estão adotando medidas ativas para assegurar sua dominância nesse mercado e obter vantagens competitivas duradouras, por meio da criação de barreiras substanciais que dificultam a conquista de posições competitivas por parte de outros atores do mercado (Russia, 2019, p. 7, tradução nossa).³²

31. "Singapore's great potential for artificial intelligence can be an opportunity for cooperation with Indonesia in various potential sectors, such as research and industrial innovation."

32. "At the same time, the few leading participants on the global artificial intelligence market are taking active steps to ensure their dominance on this market and to gain lasting competitive advantages by creating substantive barriers to the achievement of competitive positions by other market participants."

Enfrentar de forma inteligente os poderes monopolistas e garantir o acesso igualitário à IA (Iran, 2024, p. 3, tradução nossa).³³

Atualmente, a situação da China em termos de segurança nacional e competição internacional é mais complexa, e [a China] deve, olhando para o mundo, elevar o desenvolvimento da IA ao nível de estratégia nacional com um planejamento sistêmico, agir de forma proativa no planejamento, alavancar, firmemente, a iniciativa estratégica na nova fase da competição internacional no desenvolvimento da IA, para criar uma nova vantagem competitiva, abrir novos espaços de desenvolvimento e proteger de forma eficaz a segurança nacional (China, 2017, p. 2, tradução nossa).³⁴

Com o objetivo de desdobrar e detalhar os principais pontos dos documentos estudados, a análise subsequente olha para os quatro eixos estruturantes identificados como centrais para o desenvolvimento de IA (infraestrutura, dados, mão de obra e P&D). A análise inicial da codificação dos documentos demonstra que a existência e preparação de profissionais qualificados é uma questão central para a maior parte dos países, aspecto que pode incorporar a inclusão de conteúdos nos currículos escolares básicos, a requalificação de profissionais ou maior investimento na formação de uma força de trabalho adequada para dar suporte ao desenvolvimento de novas tecnologias.

Política e uso ético de dados e preservação de dados sensíveis também se apresentam como aspecto relevante. O menos abordado é o tema da infraestrutura computacional. Possivelmente, isso se dá em função dos próprios objetivos dos documentos analisados, referentes a políticas de desenvolvimento e/ou instrumentos norteadores da ação pública. Servem de informativo para a sociedade. A camada de infraestrutura é menos perceptível para o público em geral, os especialistas é que apontam para o enorme desafio que é montar infraestruturas computacionais de alta *performance* para suportar o desenvolvimento de soluções de IA, conforme

33. "Smartly countering monopolistic powers and ensuring equal AI access."

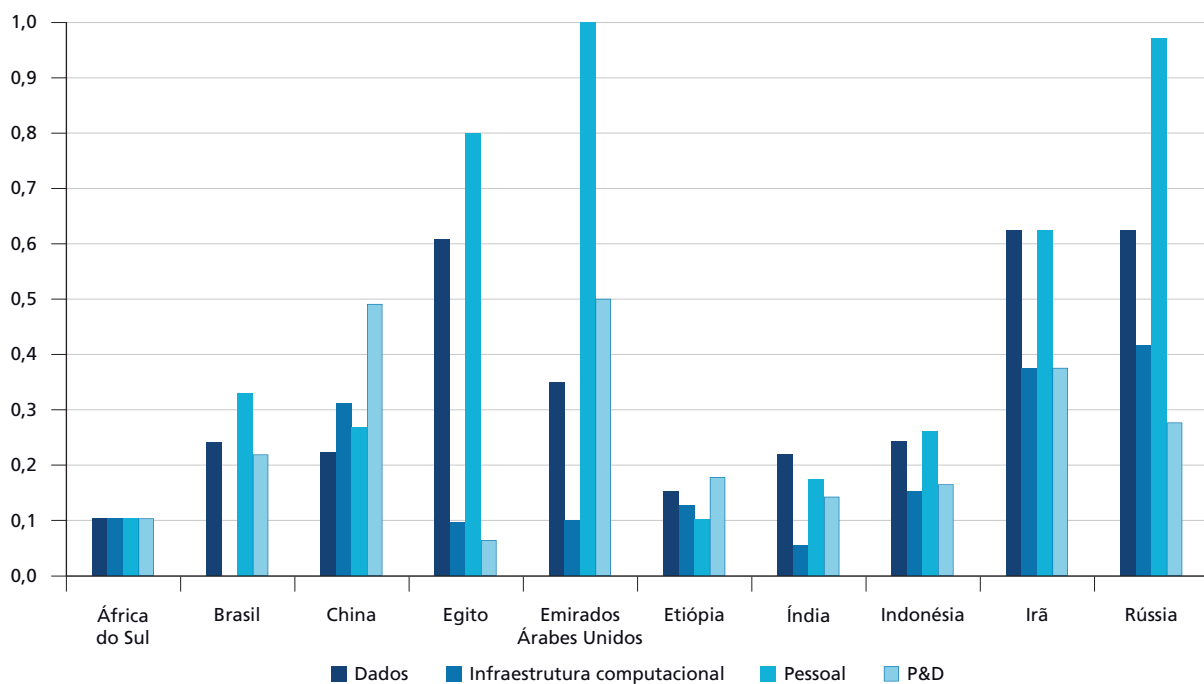
34. "At present, China's situation in national security and international competition is more complex, and [China] must, looking at the world, take the development of AI to the national strategic level with systemic layout, take the initiative in planning, firmly seize the strategic initiative in the new stage of international competition in AI development, to create new competitive advantage, opening up the development of new space, and effectively protecting national security."

TEXTO para DISCUSSÃO

já analisado neste texto. O gráfico 2 ilustra a importância dos temas dentro dos documentos dos países.³⁵

GRÁFICO 2

Eixos estruturantes da IA nas estratégias dos países



Elaboração dos autores.

Na sequência, são analisados cada um dos eixos e a forma como foram tratados nos diferentes documentos.

4.2 Infraestrutura computacional

4.2.1 África do Sul

O documento da África do Sul menciona a necessidade de reformas regulatórias e políticas para encorajar o investimento em áreas estratégicas (educação e infraestrutura digital). É estabelecido como objetivo criar um ambiente com infraestrutura computacional robusta (supercomputador) para P&D em IA, mas não são fornecidos detalhes da

35. Como a extensão de tais documentos varia bastante (indo de dez a cerca de duzentas páginas, dependendo do país), para permitir uma comparação entre os países, o número de menções a cada eixo estruturante foi dividido pelo número de páginas do documento, e então os valores obtidos foram normalizados no intervalo 0-1.

capacidade desejada, valores de investimento, nem como isso será executado. Também é traçado como objetivo o investimento em tecnologias de conectividade avançadas, como 4G, 5G e redes de fibra óptica de alta capacidade, sem fornecer maiores detalhes. Nota-se, portanto, que o documento destaca várias necessidades em infraestrutura para o desenvolvimento da IA no país, ficando, entretanto, no nível de “recomendação” sua implementação, sem previsões concretas de execução.

4.2.2 Brasil

Embora o Brasil já disponha de alguma infraestrutura computacional de alto desempenho, por meio dos Centros Nacionais de Processamento de Alto Desempenho (Cenapads),³⁶ que pode ser utilizada para IA, bem como integre as redes de computação de alto desempenho entre países da América Latina – Cooperação Latino-Americana de Redes Avançadas (Rede Clara)³⁷ e Sistema de Computação Avançada para a América Latina e o Caribe (Scalac)³⁸ –, isso não é sequer mencionado na EBIA, sendo a infraestrutura computacional um tema completamente *ausente* no documento.³⁹

36. São nove unidades, geograficamente distribuídas, operadas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC). Este último coordena o Sistema Nacional de Processamento de Alto Desempenho (Sinapad) por delegação do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

37. Rede de alta velocidade que interliga as Redes Nacionais de Pesquisa e Educação (RNPEs) de países da América Latina. São membros da Rede Clara: Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) (Brasil), Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada (Renata) (Colômbia), Red del Consejo Nacional de Rectores (RedConare) (Costa Rica), Red Universitaria Nacional (Reuna) (Chile), Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia (Cedia) (Equador), Red Avanzada Guatemalteca para la Investigación y Educación (Ragie) (Guatemala), Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (Cudi) (México) e Red Académica Uruguaya (RAU) (Uruguai).

38. Organiza e integra para a região uma infraestrutura computacional de alto desempenho que inclui tanto computação de alto desempenho (*high performance computing* – HPC) quanto computação de alta vazão (*high throughput computing* – HTC).

39. Iniciativas posteriores do governo brasileiro, como o Plano Brasileiro de Inteligência Artificial (PBI) (Brasil, 2024), preveem investimentos em infraestrutura. No entanto, para todos os países considerados, neste trabalho nos limitamos a analisar os documentos norteadores iniciais das políticas de IA. Ademais, no caso específico do PBI, até o momento ele não se concretizou como um documento oficial do governo brasileiro, ao contrário da EBIA aqui analisada (que foi instituída pela Portaria nº 4.617, de 6 de abril de 2021, alterada pela Portaria nº 4.979, de 13 de junho de 2021, ambas do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações).

4.2.3 China

Enquanto a maioria dos países associa o desenvolvimento de infraestrutura para IA a *datacenters* com *chips* de última geração ligados por redes de alta velocidade, a China propõe uma estratégia mais ampla para desenvolver artefatos de *hardware* que sustentem suas ambições em IA, tanto com a implementação em larga escala de tecnologias existentes quanto com o desenvolvimento de novas tecnologias disruptivas. Por exemplo, estabelece a necessidade de avanços fundamentais em *chips* de computação inspirados no cérebro, com alta eficiência energética e capacidade de reconfiguração, bem como em sistemas de sensores visuais baseados em princípios neuromórficos,⁴⁰ dotados de capacidades de imagem computacional.

Um foco significativo recai sobre o desenvolvimento de robôs inteligentes – sendo seu uso destinado a serviços ou operações no espaço, no mar, nos polos ou em outros ambientes especiais –, abrangendo a pesquisa e o aperfeiçoamento de componentes essenciais e sensores, o estabelecimento de padrões de interface entre *hardware* e *software*, assim como a definição de normas para o uso seguro desses sistemas.

No campo da energia, está na pauta a busca por energias renováveis e o uso de instalações e infraestruturas inteligentes de armazenamento que possibilitem a correspondência em tempo real entre oferta e demanda energética.

Ressalta-se que o documento não revela os valores que serão investidos ou, de forma detalhada, como esse conjunto de iniciativas será alcançado.

4.2.4 Egito

O documento do Egito diz explicitamente que uma análise da disponibilidade e dos planos de infraestrutura do país está fora do seu escopo. No entanto, ele destaca a ausência de uma infraestrutura de nuvem no Egito, especialmente a de grandes provedores de nuvem pública, como Amazon Web Services (AWS), Google Cloud Platform ou Microsoft Azure,

40. A computação neuromórfica, inspirada no cérebro humano, representa uma mudança de paradigma na arquitetura de computadores que apresenta grande potencial de suplantar gargalos das arquiteturas atuais em relação à velocidade e eficiência energética ao lidar com tarefas complexas de IA. Ao imitar os mecanismos de processamento paralelo e orientado a eventos do cérebro, espera-se que os sistemas neuromórficos ofereçam velocidades de processamento significativamente mais altas para aplicações específicas de IA, bem como uma redução drástica no consumo de energia, fator crucial para a escalabilidade e implantação da IA em diversos ambientes, incluindo dispositivos móveis. Alguns acreditam que a computação neuromórfica pode abrir o caminho para se alcançar a IA forte (Schuller e Stevens, 2015).

o que traz sérios obstáculos para a adoção rápida de IA no país. Há restrições legais que impedem que os dados produzidos no território sejam enviados ou armazenados em outros países. Isso inviabiliza a adoção de soluções de nuvem hospedadas no exterior. Trata-se de uma preocupação de soberania de dados, mas que acaba por gerar barreiras para o desenvolvimento tecnológico, uma vez que o documento considera que desenvolver serviços de nuvem localmente seria uma tarefa cara e demorada.

4.2.5 Emirados Árabes Unidos

O Conselho de Inteligência Artificial e Blockchain dos Emirados Árabes Unidos é definido como ator central para identificar como e onde a IA pode ser incorporada no governo, bem como quais infraestruturas de apoio são necessárias. Não são definidas metas ou ações específicas para o desenvolvimento de infraestrutura para IA no país. O foco do documento é de desenvolver um ambiente atrativo para empresas de IA se instalarem no país, sem estabelecer uma estratégia governamental.

4.2.6 Etiópia

O plano de infraestrutura de IA da Etiópia é menos sobre infraestrutura especializada em IA e mais sobre o estabelecimento da infraestrutura digital fundamental necessária para um desenvolvimento socioeconômico mais amplo, um pré-requisito para aproveitar efetivamente a IA no futuro.

A principal proposta para infraestrutura seria a criação de um centro nacional de supercomputação e dados, estrategicamente localizado perto da usina hidrelétrica Grand Ethiopian Renaissance Dam (GERD)⁴¹ para aproveitar a energia acessível. Este centro visaria fornecer acesso subsidiado, potencialmente gratuito, para aplicações científicas e industriais alinhadas com as prioridades de desenvolvimento da Etiópia, e buscaria incentivar a vinda das *big techs*, com o objetivo de transformar a área em um polo tecnológico que sirva a Etiópia e a África Oriental.

41. A GERD é uma grande usina hidrelétrica no rio Nilo Azul (já operacional, mas ainda não concluída), na Etiópia, construída com o objetivo de gerar eletricidade para uso doméstico e exportação. Quando totalmente operacional, terá capacidade de 5GW e será a maior usina hidrelétrica da África. Para comparação, a hidrelétrica binacional de Itaipu tem capacidade de 14GW.

4.2.7 Índia

A estratégia da Índia para o desenvolvimento da infraestrutura de IA está centrada na criação do AI Research, Analytics and Knowledge Assimilation Platform (AI-Rawat), uma plataforma baseada em nuvem otimizada para análise de *big data* e aplicações de IA. Esta plataforma, provavelmente adquirida da NVIDIA e modelada com base na arquitetura de supercomputação AI Bridging Cloud Infrastructure (ABCI) do Japão, pretende servir como um recurso nacional para o avanço da pesquisa, do desenvolvimento e das aplicações práticas de IA em vários setores. O AI-Rawat foi projetado para ser uma infraestrutura compartilhada, acessível tanto para centros de pesquisa básica quanto aplicada, com o objetivo de promover um ecossistema colaborativo para a inovação em IA no país.

Apesar de almejar uma infraestrutura robusta, a capacidade computacional atual e planejada do AI-Rawat parece modesta em comparação com os padrões internacionais.⁴² Centros de pesquisa básica e aplicada em IA com infraestruturas locais de menor capacidade também são planejados. No entanto, o seu financiamento depende de parcerias público-privadas (PPPs), com alocações financeiras previstas variando de US\$ 23 milhões a US\$ 57,7 milhões por centro, para cobrir suas despesas nos cinco primeiros anos, incluindo infraestrutura. Para incentivar a participação do setor privado, a estratégia sugere a oferta de benefícios atrativos às empresas participantes, como acesso a dados de treinamento de alta qualidade, recursos computacionais, oportunidades de envolvimento dos funcionários em missões nacionais, possibilidade de contabilizar os gastos incorridos como parte da responsabilidade social corporativa e maior visibilidade por meio de colaborações governamentais.

Embora a estratégia reconheça as preocupações sobre a dependência tecnológica da Índia de fornecedores estrangeiros de IA, ela não propõe iniciativas para fomentar capacidades locais no desenvolvimento, manutenção ou evolução da infraestrutura de IA, concentrando-se, em vez disso, na aquisição de equipamentos de fornecedores internacionais. A dependência de PPPs, embora possa potencialmente aliviar o fardo financeiro do governo, traz o risco de permitir que o setor privado influencie desproporcionalmente a direção do desenvolvimento da IA para interesses comerciais. Além disso, a capacidade relativamente limitada do AI-Rawat pode restringir o potencial da

42. Observa-se que o AI-Rawat, em 2018, estava projetado para 0,1 AI-exaflop. Atualmente, é reportado em 0,2 AI-exaflop. Ele fica significativamente atrás de plataformas como o ABCI do Japão, que atingiu 6 AI-exaflops.

Índia de realizar projetos de P&D de IA em larga escala e competir efetivamente com outras nações no campo em rápida evolução da inovação em IA.

4.2.8 Indonésia

A Indonésia destaca a sua atual conectividade à internet e a crescente presença de provedores multinacionais de serviços em nuvem como pontos fortes significativos para a implementação da IA no país. A estratégia conta com a disponibilização de serviços mais avançados de IA pelas grandes empresas multinacionais provedoras de nuvem pública em atual expansão pelo país. Ao mesmo tempo em que os grandes fornecedores por deterem soluções maduras podem acelerar a adoção de IA em vários setores, observa-se a preocupação com o potencial aprisionamento tecnológico (*vendor lock-in*) e o fluxo de dados indonésios para plataformas estrangeiras.

Para mitigar riscos e construir capacidades nacionais, o plano prevê a construção de um Centro Nacional de Supercomputação dedicado à IA e o desenvolvimento de laboratórios de computação em universidades. Além disso, a Indonésia propõe um programa inovador de Render Token para democratizar o acesso aos recursos de GPU. Esta iniciativa permitiria que indivíduos com GPUs disponibilizassem o seu poder de computação a outros em um mercado aberto, promovendo um acesso mais amplo a ferramentas de IA, particularmente para tarefas de menor escala, e reduzindo a dependência de grandes empresas de tecnologia.

O plano delinea um cronograma detalhado com prazos específicos e agências governamentais responsáveis, visando à conclusão dos projetos de infraestrutura até 2024, o que evidencia seu compromisso com o estabelecimento de uma infraestrutura nacional de base para a IA. Em geral, a estratégia de infraestrutura de IA da Indonésia apresenta uma abordagem pragmática, equilibrando as vantagens imediatas da utilização da infraestrutura de nuvem existente com os objetivos de longo prazo de autonomia nacional e acesso democrático a capacidades de IA, refletindo um caminho sob medida para o desenvolvimento da IA dentro do seu contexto específico.

4.2.9 Irã

Um dos maiores objetivos do plano iraniano é a “melhoria da infraestrutura” de IA. Nisso incluem-se também o fortalecimento dos marcos legais, a proteção da propriedade intelectual e o desenvolvimento de modelos multimodais de grande escala, além do desenvolvimento de processamento nativo. Apesar de um documento suscinto

(dez páginas), nota-se que a estratégia ambiciosa construir uma base de *hardware* robusta, resiliente e autônoma. O projeto está baseado em duas principais iniciativas: a ampliação da capacidade existente e destinada a projetos nacionais⁴³ e a instituição de uma infraestrutura de processamento compartilhada.⁴⁴ A ampliação prevista é ambiciosa, especialmente se considerarmos que o país sofre muitas sanções internacionais, dificultando o acesso a soluções do mercado.

4.2.10 Rússia

A estratégia da Rússia para a infraestrutura de IA concentra-se em aumentar a disponibilidade nacional do *hardware* necessário para alcançar seus objetivos de liderança em IA. O plano prioriza a pesquisa científica fundamental em arquiteturas de computadores avançadas, notavelmente incluindo a computação neuromórfica, um campo também enfatizado pela China. Além disso, reconhecendo a importância crítica do poder de processamento, a estratégia delinea o apoio governamental para estimular o desenvolvimento de processadores de alta velocidade e eficiência energética produzidos internamente, juntamente com componentes computacionais associados. Este compromisso com a capacidade nacional estende-se para além dos processadores, abrangendo uma visão mais ampla de autossuficiência tecnológica em áreas-chave da infraestrutura de IA.

Olhando para marcos específicos, a estratégia visa estabelecer uma infraestrutura de suporte robusta para organizações russas de IA, incluindo centros de dados de alto desempenho, até 2024. Um objetivo-chave para esta data é também o desenvolvimento de microprocessadores russos produzidos internamente, capazes de competir com equivalentes globais em velocidade e eficiência energética. Avançando para 2030, a estratégia prevê a adoção generalizada de modelos funcionais de microprocessadores russos, acompanhados de *software* e bibliotecas de suporte.

4.2.11 Infraestrutura computacional: discussão

O dilema entre soberania e dependência tecnológica permeia de alguma forma todos os documentos. Se, por um lado, as empresas multinacionais são fornecedoras de ferramentas de IA maduras e prontamente acessíveis para acelerar a adoção em vários setores e entre a população, por outro, levantam preocupações sobre o

43. Seria a ampliação do atual (2024) 0,02 *exaflop* para 1 *exaflop* até 2028.

44. Atualmente inexistente e que seria implementada disponibilizando até 5 *exaflops* em 2028.

potencial aprisionamento tecnológico. A adoção de tecnologia produzida alhures geraria uma dependência permanente e onerosa. Assim, está presente, de forma tímida ou agressiva, a depender dos países e suas possibilidades, a tentativa do desenvolvimento autônomo.

Em relação à infraestrutura, a maioria dos planos de IA reconhece a necessidade de uma infraestrutura computacional robusta. De forma resumida, são notáveis exceções a estratégia brasileira, que em nenhum momento menciona a necessidade de investimento em infraestrutura computacional, e os documentos do Egito e Emirados Árabes, que embora reconheçam em algum nível a necessidade de infraestrutura, praticamente não abordam os seus planos para o tema. China e Rússia priorizam a ampliação de infraestrutura, refletindo o desejo de controlar o seu espaço digital e reduzir a dependência de entidades estrangeiras. A Índia concentra-se na construção de plataformas de nuvem sediadas no país, mas com fornecedores globais. África do Sul e Etiópia ainda estão em estágios iniciais, abordando lacunas fundamentais de infraestrutura.

4.3 Dados

4.3.1 África do Sul

Proteger as informações pessoais é prioridade, e para atingir este objetivo, a política sul-africana estabelece três pilares: governança de dados, leis de proteção de dados e transparência.

Conforme o documento, governança de dados seria a padronização das práticas de geração e utilização de dados nos setores público e privado. Na dimensão legal, a tônica é o compromisso em aumentar a proteção de dados, de forma a evitar seus usos não autorizados. Já a questão da transparência é destacada como um elemento crítico, enfatizando a necessidade de garantir nitidez no uso e armazenamento de dados de IA.

Em conclusão, embora o documento seja conciso e careça de planos de ação detalhados, os temas identificados são inegavelmente relevantes e cruciais para estabelecer uma estratégia de dados robusta na era da IA.

4.3.2 Brasil

A estratégia brasileira de dados parece buscar uma abordagem que equilibra inovação, ética e desenvolvimento socioeconômico. Um ponto crucial da estratégia é a preocupação com a governança ética dos dados, refletida na busca por um ponto de equilíbrio (Brasil, 2021, p. 17) que não deixe de salvaguardar direitos, mas não crie barreiras ao desenvolvimento. O desenvolvimento de diretrizes para relatórios de impacto à proteção de dados pessoais (RIPDs) e a implementação de um *sandbox* regulatório⁴⁵ da privacidade e proteção de dados para sistemas de IA são medidas na direção de tentar garantir a segurança jurídica e promover a inovação responsável.

A estratégia também incentiva o compartilhamento de dados, observada a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), a facilitação do acesso aos dados abertos do governo, bem como interoperabilidade e o uso de padrões comuns. A adoção de códigos-fonte abertos é apontada como prática recomendada para combater rotinas discriminatórias em conjuntos de dados e modelos de aprendizado de máquina, visando garantir a qualidade e a equidade dos sistemas de IA.⁴⁶

4.3.3 China

“Dados e conhecimento se tornarão o primeiro fator para o crescimento econômico” (China, 2017, p. 17, tradução nossa): a frase revela a importância do tema na estratégia chinesa de IA. O plano propõe a criação de uma infraestrutura nacional de dados robusta, com integração a plataformas já existentes, abordando questões de segurança, conjuntos de dados padronizados para testes, modelos para avaliação de segurança de algoritmos e plataformas de IA, além da coordenação da infraestrutura de *big data*.

45. O *sandbox* regulatório é uma técnica regulatória em que as autoridades reguladoras de um determinado setor abrem editais públicos para que entidades possam se candidatar para construir e testarem soluções tecnológicas sob supervisão estatal dentro de um ambiente com monitoramento contínuo pelos reguladores da tecnologia desenvolvida (*sandbox*). Eventuais riscos identificados não implicarão sanções, desde que os avaliados obedeam determinados parâmetros mínimos de segurança para a solução pretendida. Ao fim do período de testes, o regulador decidirá se a tecnologia poderá ou não ser distribuída no mercado.

46. Encontra-se em construção pelo governo brasileiro, uma infraestrutura nacional de dados que constitui-se em “um conjunto de normas, políticas, arquiteturas, padrões, ferramentas tecnológicas e ativos de informação, com vistas a promover o uso estratégico dos dados em posse dos órgãos e das entidades do Poder Executivo federal” (Brasil, 2023). Note, entretanto, que ela possui um escopo mais restrito em comparação a uma estratégia nacional de dados no âmbito de um plano nacional de IA, limitando-se, no caso da infraestrutura nacional de dados, aos dados em posse dos órgãos e das entidades do Poder Executivo federal. Sua análise foge ao escopo deste trabalho.

Entre os objetivos está a busca de serviços integrados em nível nacional, com arquitetura e interconexões bem definidas. Paralelamente, o plano aborda a governança de dados, com a definição de mecanismos nacionais para regular as aplicações de dados, e a segurança de dados e algoritmos de IA, incluindo a pesquisa sobre questões legais como responsabilidade civil e criminal, proteção de privacidade e propriedade intelectual.

No âmbito ético, a estratégia chinesa busca equilibrar o desenvolvimento da IA com princípios éticos, embora se mantenha em um nível conceitual, sem detalhar mecanismos específicos. A menção à “autodisciplina empresarial” (China, 2017, p. 26, tradução nossa) sugere uma abordagem governamental menos restritiva, priorizando a inovação. Contudo, a referência a “esforços disciplinares” contra ações “contrárias à ética moral” (China, 2017, p. 26, tradução nossa) levanta preocupações sobre o potencial uso político da ética, que poderia limitar a liberdade de expressão e a inovação genuína.

4.3.4 Egito

O tema referente a dados é bastante presente na estratégia egípcia. Os pontos fortes apontados são a existência de bases de dados nacionais abrangentes e em setores específicos de cidadãos, bem como repositórios crescentes de dados em língua árabe criados por diversas organizações e bancos de dados nacionais estabelecidos em setores específicos. No entanto, reconhece-se a natureza fragmentada e inacessível dos silos de dados entre as instituições.

O investimento em processamento de linguagem natural em árabe é visto como um caminho estratégico para utilizar os vastos recursos de dados em árabe para soluções de IA culturalmente relevantes, sendo que o país possui a Lei de Proteção de Dados Pessoais de 2020, considerada como passo positivo para garantir a segurança dos dados e seu compartilhamento responsável.

Também ambiciona-se desenvolver métodos inovadores de coleta de dados, estruturas éticas e mecanismos robustos de governança para promover a sua integração, bem como melhorar a sua qualidade e fomentar uma cultura de utilização responsável de dados em todos os setores. No entanto, a exclusão de considerações sobre infraestrutura na estratégia pode representar desafios para a implantação desses ambiciosos objetivos.

4.3.5 Emirados Árabes Unidos

A estratégia dos Emirados Árabes Unidos reconhece, sem surpresas, que “dados são o novo petróleo”.⁴⁷ Assim, adota-se uma abordagem que advoga como relevantes iniciativas de dados abertos, desenvolvimento de infraestrutura segura e robusta, bem como estruturas de governança abrangentes. Além disso, há o reconhecimento de sua população diversa, composta por mais de duzentas nacionalidades, como uma fonte de conjuntos de dados ricos e representativos, cruciais para o desenvolvimento de sistemas de IA robustos, justos e generalizáveis.

Dentro da ambição de posicionar os Emirados Árabes como um líder no fornecimento de “dados abertos para treinamento e desenvolvimento de sistemas de IA” (United Arab Emirates, 2018, p. 40, tradução nossa) é proposta a criação de um programa de compartilhamento de dados, abertos e padronizados, ou seja, prontos para IA. Para tanto seria necessário o estabelecimento de uma infraestrutura de dados unificada específica. A iniciativa se inspira na plataforma X-Road da Estônia, que é capaz de facilitar o acesso e a combinação de bases de dados governamentais e privadas, levando a ganhos de eficiência significativos e benefícios sociais.

4.3.6 Etiópia

O foco da estratégia de dados da Etiópia é de coletar dados e usá-los em aplicações de IA para ajudar a resolver problemas práticos do país. São mencionados diversos setores, como saúde, educação, agricultura, serviços governamentais, finanças, mobilidade etc. Entretanto, enquanto o potencial da IA em melhorar esses setores é um fato, com algumas exceções, falta no documento a tentativa de delinear ações concretas e uma estratégia para executá-las dentro do contexto da etíope.

47. A frase “dados são o novo petróleo” é amplamente atribuída ao matemático e cientista de dados britânico Clive Humby. Ele fez essa declaração em uma apresentação para a Associação de Anunciantes Nacionais (Association of National Advertisers) dos Estados Unidos em 2006. Desde então a frase viralizou, tendo sido usada em publicações, por CEOs e até mesmo por líderes mundiais. Tornou-se uma abreviação para a importância estratégica dos dados na era digital. A ideia central de Humby era que, como o petróleo bruto, os dados brutos não são valiosos por si só. Eles precisam ser refinados e processados para se tornarem úteis. Somente depois de serem “quebrados” e analisados, os dados podem criar valor real. Embora cativante, a analogia também recebeu críticas e pedidos de refinamento. As principais críticas incluem que, ao contrário do petróleo, os dados não são um recurso finito, eles estão sendo gerados constantemente e a sua quantidade cresce exponencialmente. Além disso, ao contrário do petróleo, os dados podem ser reutilizados várias vezes para diferentes propósitos, gerando novas percepções a cada vez, e seu valor não é uniforme, depende do contexto, dos dados específicos e de quem os está usando.

O documento não aborda suficientemente os desafios da qualidade, consistência e interoperabilidade dos dados entre diferentes fontes e sistemas. Fica claro que a estrutura de governança de dados do país ainda necessita de um desenvolvimento significativo, incluindo diretrizes concretas sobre propriedade dos dados, controle de acesso, acordos de partilha de dados e mecanismos de reparação.

4.3.7 Índia

A estratégia indiana de IA em relação aos dados é guiada por uma visão de democratização, visando estabelecer um ecossistema de IA vibrante e inclusivo, abordando desafios críticos na disponibilidade e qualidade dos dados. No entanto, há o reconhecimento que o atual cenário de dados na Índia é fragmentado, caracterizado por silos desconectados e um mercado informal de dados sem transparência e padronização, o que dificulta significativamente a adoção da IA.

Um elemento central da estratégia é a criação de um Mercado Nacional de IA (National AI Marketplace – Naim), uma plataforma multissetorial com três módulos: um mercado de dados descentralizado e baseado em *blockchain* para facilitar a descoberta e a troca de dados; um mercado de anotação de dados para lidar com a escassez de conjuntos de dados anotados por meio de *crowdsourcing*; e um mercado de modelos/soluções para conectar provedores de soluções de IA com usuários. Sustentada por princípios de proteção de dados, privacidade e considerações éticas, a estratégia se inspira em boas práticas globais, como a Lei de Proteção de Dados europeia (General Data Protection Regulation – GDPR) e os *data trusts* adotados no Reino Unido.⁴⁸ O governo teria papel de facilitador do processo, por meio de incentivos e suporte de infraestrutura, da participação do setor privado.

A estratégia de dados indiana é um empreendimento abrangente, ambicioso e notadamente voltado ao desenvolvimento. Os seus pontos fortes residem na sua abordagem holística, cobrindo todo o ciclo de vida dos dados, desde o acesso e a qualidade até o desenvolvimento do mercado, com foco em privacidade e ética. No entanto, a complexidade para implementá-la, a garantia de padrões de qualidade e anotação de dados, o equilíbrio entre inovação e regulamentação, a construção de confiança e

48. *Data trusts* são um conceito explorado pelo governo britânico, representando uma estrutura legal e de governança. Eles envolvem um administrador independente que gerencia dados compartilhados por provedores para uso por terceiros (por exemplo, para desenvolvimento de IA) sob regras estritas, com o objetivo de fomentar a confiança e possibilitar o acesso ético aos dados.

adoção entre os custodiantes de dados e a superação da exclusão digital são obstáculos importantes a serem superados.

4.3.8 Indonésia

A estratégia da Indonésia, baseia-se na iniciativa anterior One Data Indonesia, de 2019, que visava promover a partilha de dados entre entidades governamentais. A estratégia diagnostica obstáculos significativos que dificultam esta iniciativa, principalmente a natureza fragmentada da propriedade dos dados e uma atitude predominantemente “ego setorial de cada proprietário de dados” (Indonésia, 2020, p. 22, tradução nossa). Falta de interoperabilidade, fragmentação, qualidade e quantidade dos dados, dispersão de dados em vários sistemas apontam para uma disponibilidade limitada de dados de treinamento para P&D de IA.

As lacunas regulatórias que restringem a partilha e o acesso aos dados agravam ainda mais estas questões. Além disso, parte significativa dos dados indonésios está sob o controle de entidades estrangeiras, com acesso limitado pelos termos de uso. Esta situação sublinha a necessidade de a Indonésia estabelecer e aplicar critérios para acessar dados de interesse estatal estratégico detidos por terceiros (Indonésia, 2020, p. 62).

Para superar os obstáculos, a proposta é fortalecer o One Data Indonesia por meio da melhoria da governança de dados e da promoção de uma cultura de partilha de dados dentro do governo, assim como a busca pela soberania dos dados indonésios, garantindo que a nação beneficie dos seus ativos de dados e não seja controlada por entidades estrangeiras. Isto inclui o estabelecimento de estruturas robustas de governança de dados e regulatórias, abrangendo órgãos como Conselho de Ética de Dados, Conselho de IA para Governança de Dados, bem como o Conselho de Proprietários de Data Centers (Indonésia, 2020, p. 68), juntamente com o reforço das leis de proteção de dados pessoais.

4.3.9 Irã

O Plano Nacional de IA do Irã demonstra uma forte ênfase na estratégia de dados, reconhecendo que a IA é “inerentemente orientada por dados” (Iran, 2024, p. 2, tradução nossa). A abordagem iraniana busca um equilíbrio cuidadoso entre acessibilidade e utilidade com segurança, privacidade e considerações éticas/religiosas enraizadas em valores islâmicos. A estratégia enquadra o desenvolvimento da IA na perspectiva

da “manutenção dos valores éticos islâmicos e promoção do estilo de vida islâmico” (Iran, 2024, p. 3, tradução nossa).

A estratégia de dados do Irã reflete um desejo por uma abordagem única e orientada por valores éticos e religiosos para o desenvolvimento da IA no Irã, focada na soberania nacional e governança centralizada de dados, mas o plano também visa promover ecossistemas de dados abertos para pesquisa e aplicações de IA, embora com uma abertura provavelmente regulamentada.

4.3.10 Rússia

A estratégia nacional russa para a IA reconhece os dados como um elemento fundamental para os avanços em IA. O objetivo central é aprimorar significativamente tanto a disponibilidade quanto a qualidade dos dados essenciais para o desenvolvimento da IA. Metas ambiciosas de curto e longo prazo são definidas, visando que conjuntos de dados compatíveis com metodologias padronizadas estejam disponíveis para organizações russas até 2024, e um volume suficiente de conjuntos de dados diversos em plataformas públicas até 2030, abrangendo vários setores como saúde, meteorologia e indústria (Rússia, 2019, p. 13).

Adicionalmente, a estratégia enfatiza a soberania dos dados, exigindo o armazenamento de dados dentro da Rússia e priorizando o acesso para autoridades e organizações russas. Este foco no controle nacional de dados é equilibrado com o reconhecimento da proteção de dados e dos compromissos internacionais, particularmente no que diz respeito a dados pessoais. No entanto, o documento reconhece a tensão crítica de que o excesso de regulamentação pode dificultar significativamente o desenvolvimento da IA.

4.3.11 Dados: discussão

A questão dos dados está relacionada ao debate da soberania da interdependência. Regulamentar a coleta, a organização, o uso e as permissões de uso dos dados e fluxo desse ativo dentro dos países e fora das fronteiras é uma discussão que precisa ser feita considerando o complexo sistema de produção e consumo desses ativos por entes públicos e privados. A dependência que o desenvolvimento e treinamento dos sistemas de IA apresenta em relação aos dados, enquanto insumos necessários e com valor econômico, dão ao debate ainda maior destaque. O tema é encabeçado pela China e pela Rússia que priorizam a localização de dados e o controle governamental

sobre os fluxos deles, com o intuito de que dados gerados dentro das fronteiras sejam armazenados e processados domesticamente. Mas essa preocupação aparece também no Irã, até por uma questão dos chamados valores islâmicos, e na Indonésia, que enfatiza a preocupação com dados indonésios detidos por empresas estrangeiras. Não se nota tal preocupação na estratégia brasileira, que foca na regulamentação para uso ético dos dados, sem se deter aos atores. A Índia mostra uma estratégia pragmática e equilibrada, que conta com a participação das *big techs*, mas também demonstra preocupação com a dependência tecnológica.

Os dados são vistos como um recurso vital para o desenvolvimento da IA. Todos os países estão lidando, em algum grau, com questões de qualidade, acessibilidade, segurança, privacidade e uso ético. O sucesso da estratégia de dados está em equilibrar e instituir um ambiente inovador, ético, socialmente responsável e com mecanismos de governança transparentes que protejam os direitos individuais e previnam o uso indevido dos dados para fins não estabelecidos. Além da instituição de mecanismos para evitar o potencial de viés de dados e discriminação algorítmica.

Encontrar o equilíbrio certo entre fomentar a inovação e garantir a governança responsável dos dados é crucial. Para tal seria necessária a exploração de regimes jurídicos experimentais para facilitar a consulta aos dados, garantindo acesso equilibrado a dados do governo e do setor privado para fomentar uma inovação abrangente.

Uma das alternativas apontadas seria a centralização da infraestrutura de dados para garantir interoperabilidade plena e alta disponibilidade. No entanto, esse tipo de solução introduz vulnerabilidades a falhas sistêmicas, ataques cibernéticos e potencializa os danos de um eventual mau uso. Apesar das intenções de segurança e privacidade, a centralização e programas de compartilhamento de dados em larga escala ampliam a superfície de ataque e exigem vigilância constante contra ameaças em evolução, inclusive internas.

4.4 Mão de obra

4.4.1 África do Sul

O documento da Política Nacional de IA da África do Sul enfatiza o desenvolvimento de talentos e competências como um pilar estratégico para a política de IA da África do Sul, com o objetivo explícito de garantir que a nação “tenha uma robusta reserva de talentos em IA” (South Africa, 2024, p. 9, tradução nossa). No entanto, há o reconhecimento de

que é necessário enfrentar as disparidades preexistentes em que as desigualdades históricas e a exclusão digital representam desafios significativos para o desenvolvimento de talentos, identificando estas questões sociais como obstáculos críticos que devem ser superados para a adoção e crescimento bem-sucedidos da IA.

Para cultivar talentos, a política propõe uma abordagem centrada na educação, com a integração abrangente da IA nos currículos escolares, desde o ensino primário ao superior. De forma complementar, também está o desenvolvimento de programas de formação especializados em IA e oportunidades de aprendizagem contínua para promover a especialização em domínios específicos da IA e garantir a adaptabilidade da força de trabalho neste campo em rápida evolução. Finalmente, a política enfatiza a necessidade de uma forte colaboração entre a academia e a indústria para facilitar a formação prática em aplicações de IA do mundo real, fazendo a ponte entre o conhecimento teórico e as exigências práticas da indústria.

No entanto, o documento permanece um tanto genérico, carecendo de especificidades detalhadas sobre a implementação. O sucesso desta estratégia dependerá do desenvolvimento de planos de ação concretos, da alocação dedicada de recursos e de um quadro robusto de monitorização e avaliação.

4.4.2 Brasil

O documento brasileiro faz um diagnóstico que destaca a preocupação com a lacuna de talentos em IA no Brasil, evidenciando dados que apontam para um número reduzido de especialistas em IA quando comparado com a dimensão do setor de Tecnologia da Informação (TI) no país.⁴⁹ O documento diagnosticava também que o campo tem predominância de profissionais homens, o que é problemático, pois pode favorecer vieses de gênero. São trazidas sugestões para incentivar a diversidade de gênero e raça nos cursos do campo da tecnologia. A estratégia reconhecia o impacto da IA no mercado de trabalho, antecipando a necessidade de requalificação profissional face à automação crescente (Brasil, 2021, p. 15).

As ações estratégicas delineadas para a formação de talentos em IA convergem para a modernização do sistema educacional em todos os níveis, propondo atualizar a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para incorporar o pensamento computacional

49. O documento aponta que, em 2020, havia cerca de 12 mil *startups* ativas no país, sendo que dados de 2018 apontavam para apenas 26 *startups* de IA.

e a programação, o desenvolvimento de programas abrangentes de literacia digital, e a expansão da oferta de cursos de graduação e pós-graduação em IA.

Para a capacitação profissional em IA é preconizado o estabelecimento de parcerias sinérgicas entre o setor privado e a academia, visando à formulação de políticas públicas responsivas às demandas do mercado de trabalho. A estratégia enfatiza o estímulo à implementação de programas de treinamento contínuo em empresas e órgãos públicos, a criação de campanhas de conscientização sobre a relevância da preparação para a IA e seu uso ético, e a adoção de medidas para a retenção de talentos especializados em TIC no Brasil.

Apesar de ser adotado o termo “ações estratégicas”, temos a impressão ao ler a EBIA de que essas se tratam na verdade de meras recomendações, pois não há previsão de ações concretas, com responsáveis definidos, métricas de acompanhamento, cronograma ou orçamento.

4.4.3 China

O plano de desenvolvimento de IA da China prioriza a formação de talentos de IA de alto calibre como elemento fundamental para alcançar as suas ambições estratégicas. A estratégia emprega uma abordagem dupla, focando no desenvolvimento endógeno de talentos através de reformas educacionais e treinamento da força de trabalho, complementado pela aquisição exógena de talentos internacionais de primeira linha. Esta abordagem abrangente visa garantir uma posição de liderança em P&D de IA, ao mesmo tempo que integra a IA em toda a sua economia e sociedade.

Para fortalecer o seu *pool* de talentos domésticos em IA, o plano da China enfatiza a importância de uma reforma do sistema educacional, incluindo-se educação relacionada à IA em todo sistema educacional. Isto inclui o estabelecimento de novos programas acadêmicos dedicados à IA, a expansão de disciplinas relacionadas à IA e a promoção de modelos de treinamento interdisciplinares IA + X dentro das instituições de ensino superior. Além disso, reconhecendo o impacto transformador da IA na força de trabalho, o plano defende a aprendizagem ao longo da vida e iniciativas de formação profissional para aprimorar e requalificar os trabalhadores, preparando-os para as demandas de uma economia impulsionada pela IA.

Complementando o cultivo de talentos domésticos, o plano chinês foca no recrutamento dos melhores cientistas e equipes de inovação em domínios críticos de IA,

utilizando abordagens de engajamento flexíveis, como colaborações baseadas em projetos e funções de consultoria técnica. Além disso, a estratégia enfatiza a construção de um ecossistema sinérgico para nutrir e reter talentos de IA, desenvolvendo plataformas de inovação, parques de inovação de IA, plataformas de código aberto e competições científicas de IA (China, 2017, p. 13, 18 e 27). Para além dos aspectos técnicos, a estratégia inclui o reconhecimento das implicações sociais e éticas mais amplas da IA, enfatizando a necessidade de estudar as mudanças no emprego, e de promover a compreensão pública.

4.4.4 Egito

A Estratégia Nacional de IA do Egito atribui grande importância ao desenvolvimento do capital humano, reconhecendo-o como “provavelmente o pilar mais importante”, mas também “possivelmente o mais difícil de implementar completamente” (Egypt, 2021, p. 36, tradução nossa) para sua visão de se tornar um líder regional e um *player* internacional relevante em IA. A estratégia identifica uma lacuna significativa no atual *pool* de talentos egípcio, caracterizada por uma escassez de especialistas e engenheiros de IA qualificados e agravada pela falta de educação em IA no nível pré-universitário. Para abordar essas fraquezas seriam necessárias iniciativas abrangentes de capacitação.

A estratégia projetada para “preparar a população egípcia para a era da IA” (Egypt, 2021, p. 6, tradução nossa), abrange desde a conscientização do público em geral até a formação profissional altamente especializada. No âmbito da educação formal, a receita segue sendo a implementação faseada da educação em IA em todos os níveis, começando com introduções envolventes e interativas aos conceitos de IA. A estratégia sugere currículos modulares inspirados em iniciativas como a Artificial Intelligence for K-12 Initiative (AI4K12)⁵⁰ e cursos de ética em AI, abrangendo conceitos fundamentais, implicações sociais e compreensão algorítmica básica, culminando potencialmente em módulos avançados e competições estudantis.

Para o ensino superior, é proposta uma abordagem para integrar a IA como disciplina central em áreas técnicas como ciência e engenharia da computação e criar

50. A AI4K12 é uma iniciativa conjunta da Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI) e a Computer Science Teachers Association (CSTA). Ela desenvolve diretrizes para a educação em IA para o ensino fundamental e médio, além de manter recursos *online* para facilitar o ensino de IA e promover a comunicação entre a comunidade de praticantes, pesquisadores e desenvolvedores de ferramentas focados no público K-12. O site da iniciativa está disponível em: <https://ai4k12.org/>.

faculdades e departamentos de IA especializados nas universidades. Além disso, a estratégia enfatiza a importância de programas de pós-graduação práticos e orientados para aplicações em IA e ciência de dados, ao mesmo tempo que reconhece a necessidade de equipar os graduados de disciplinas não técnicas com literacia básica em IA.

Além da educação formal, o plano do Egito enfatiza a importância do treinamento profissional e vocacional (Egypt, 2021, p. 11). Reconhecendo a proporção significativa de alunos em formação técnica e profissional, a estratégia visa integrar a IA nos currículos das escolas técnicas, concentrando-se na identificação de talentos, competências de automação e promoção da inovação. Para os profissionais existentes, particularmente de TI, são previstos programas de requalificação direcionados para permitir a especialização no desenvolvimento e aplicação de sistemas de IA.

O documento também aborda a questão crítica da “fuga de cérebros”, propondo medidas proativas para reter talentos nacionais e atrair *expertise* expatriada (“diáspora egípcia”) através de contratações estratégicas, mesmo que de forma remota em tempo parcial, como consultores.

4.4.5 Emirados Árabes Unidos

Dentro da sua ambiciosa estratégia para se tornarem uma nação líder em IA até 2031, os Emirados Árabes consideram o desenvolvimento de talentos como pilar fundamental. Reconhecendo-se numa posição única como centro multiétnico global com população diversa e rapidamente adaptável a tecnologias novas e emergentes, os Emirados pretendem alavancar essa vantagem para atrair os melhores talentos internacionais bem como cultivar sua força de trabalho doméstica.

A estratégia dos Emirados Árabes para reter e atrair talentos em IA busca aproveitar estrategicamente o *pool* de profissionais existente no Oriente Médio e Norte da África, em razão de suas proximidades geográfica e cultural. Do ponto de vista educacional, prioriza os estudantes de STEM, além de focar em iniciativas de aprimoramento direcionadas aos servidores governamentais de forma a impulsionar a adoção e a *expertise* dentro do setor público. Além disso, reconhece o imperativo de abordar a potencial disfunção da força de trabalho por meio do apoio à transição de emprego.

A ênfase da estratégia em treinamento prático, alinhamento com a indústria e uma abordagem em níveis para o desenvolvimento de habilidades sugere uma estrutura pragmática, voltada a aplicações, com o potencial de construir um ecossistema

robusto de talentos em IA aplicada nos Emirados Árabes, apoiando sua ambiciosa visão de se tornar um líder global em IA. No entanto trata-se, sobretudo, de um documento de intenções, uma análise mais aprofundada da implementação e do impacto dessas iniciativas será crucial para avaliar a eficácia das estratégias propostas.

4.4.6 Etiópia

A Política Nacional de IA da Etiópia reconhece as capacidades incipientes de IA do país e a necessidade crítica de desenvolver o seu conjunto de talentos. Atualmente, a educação em IA é limitada, com um número modesto de graduados e qualidade variável dos programas. Um obstáculo significativo é a falta de habilidades básicas de leitura, escrita e matemática na população em geral, prejudicando a base necessária para a formação técnica avançada em IA. Reconhecendo que as iniciativas de ensino superior, por si só, terão um alcance limitado, dadas as atuais taxas de abandono escolar, a estratégia prioriza o fortalecimento da educação básica como um primeiro passo para a construção de uma cidadania digitalmente alfabetizada, capaz de interagir e beneficiar-se das tecnologias de IA.

Para enfrentar estes desafios fundamentais, o plano da Etiópia propõe uma mudança de paradigma na educação básica, alavancando a IA para intervenções de aprendizagem personalizadas. Isto inclui equipar os professores com *tablets* para digitalizar e analisar o trabalho dos alunos, criar repositórios digitais nacionais e desenvolver recursos de aprendizagem multimodais acessíveis mesmo com mínima orientação de professores ou pais. Há ênfase na necessidade de expansão do acesso digital por meio do estabelecimento de centros públicos de computação, como forma de atender às necessidades de conexão das comunidades carentes. No nível do ensino superior, a estratégia propõe a incorporação de currículos de ciência de dados e IA em todas as universidades que oferecem programas de ciência da computação.

Em última análise, a estratégia aponta que é necessário superar os hiatos já existentes em relação à digitalização do país, como a exclusão digital. No entanto, não é possível conduzir um processo gradual, para alcançar um patamar mínimo para adoção de soluções de IA, seria necessário dar saltos, ou seja, ter iniciativas de construção de alguma *expertise* para a adoção de IA e concomitantemente ao processo de ampliação do acesso às tecnologias de informação e comunicação.

4.4.7 Índia

A documento indiano identifica uma notória carência de *expertise* em IA no país, refletida nos limitados resultados de sua pesquisa sobre IA, tanto em quantidade quanto em qualidade, fator que posicionaria a Índia em um “distante 5º lugar globalmente” (India, 2018, p. 48, tradução nossa). As análises apontam que, apesar do grande volume de graduados em STEM, uma parcela significativa direciona-se para o desenvolvimento de TI convencional. Além disso, a significativa fuga de cérebros de pesquisadores para o exterior exacerba a escassez de talentos especializados em IA, criando um desalinhamento entre a força de trabalho disponível no país e as demandas da economia orientada pela IA.

A estratégia indiana se baseia, a exemplo de outros países, na requalificação da força de trabalho existente. Perante a necessidade de absorver uma “grande quantidade de recursos humanos” (India, 2018, p. 67, tradução nossa) são sugeridas medidas políticas e econômicas, como isenções fiscais e inclusão em programas de responsabilidade social corporativa, além da busca por mecanismos descentralizados de ensino em colaboração com o setor privado e instituições de ensino para fornecer certificação.

No âmbito do desenvolvimento de talentos futuros, a estratégia enfatiza a necessidade de realinhar o setor educacional pré-universitário para priorizar a “educação baseada em habilidades em disciplinas relevantes para a IA” (India, 2018, p. 69, tradução nossa). Para o ensino universitário preconiza-se o aumento da colaboração entre indústria e academia e o uso de cursos *online* (Massive Open Online Course – Moocs)⁵¹ com atribuição de créditos para suprir a escassez de docentes.

De forma resumida, a estratégia busca uma abordagem pragmática para a mobilização de recursos e a disseminação de habilidades em IA, focada em parcerias público-privadas e mecanismos de treinamento descentralizados, em diferentes níveis, indo desde a anotação de dados até pesquisa de alto nível. Embora o apoio financeiro seja mencionado, o documento carece de detalhes granulares sobre os mecanismos de financiamento, o que pode dificultar a alocação de recursos e o compromisso sustentado.

51. Mooc é um curso *online* aberto, projetado para permitir a participação ilimitada e o acesso em massa, frequentemente gratuito, via internet. Esses cursos oferecem materiais tradicionais, como palestras filmadas, leituras e conjuntos de problemas, além de recursos interativos, como fóruns de discussão e *feedback* imediato em *quizzes* e tarefas.

4.4.8 Indonésia

O documento indonésio também coloca o desenvolvimento de talentos locais no centro, buscando aproveitar o bônus demográfico do país e o crescente interesse nas áreas STEM. No entanto, há o reconhecimento de lacunas na educação formal em todos os níveis, até mesmo uma escassez de recursos universitários, como corpo docente qualificado, infraestrutura adequada, além da evasão de talentos para o exterior, entre outros aspectos.

Para superar essas dificuldades, a estratégia indonésia delinea seis objetivos específicos para o desenvolvimento de talentos: busca formar profissionais com habilidades em IA padronizada para atender às demandas da indústria nacional (objetivo 1), talentos de excelência com competências para atuar em níveis nacional e internacional (objetivo 2), e empreendedores capazes de criar oportunidades de emprego no setor de IA (objetivo 3). Um objetivo pouco usual para um documento de estratégia nacional de IA é a formação de talentos com “caráter nobre” (objetivo 4), que combina ética com “pensamento nacionalista”, buscando uma cidadania produtiva e engajada. Embora este objetivo declarado não seja inerentemente negativo e contenha aspirações potencialmente positivas, a sua implementação e as definições específicas de “caráter nobre” e “pensamento nacionalista” exigem um acompanhamento atento para garantir que seja promovido um progresso nacional genuíno sem infringir as liberdades individuais universais ou fomentar uma sociedade excessivamente homogênea e controlada pelo Estado. Por fim, a estratégia visa estabelecer um ecossistema de aprendizagem colaborativo (objetivo 5) e um sistema de inovação que incentive o crescimento da indústria de IA, através da cooperação entre governo, academia, indústria e comunidade (objetivo 6).

Ao mesmo tempo que as ações previstas indicam a realização de um trabalho substancial de mapeamento das necessidades do país, elas também apontam para o fato de que quase tudo ainda precisa ser feito, o que requer investimento substancial e esforço contínuo. O sucesso dependerá da execução consistente da estratégia, da adaptação proativa às rápidas mudanças tecnológicas e da capacidade de criar um ambiente atrativo para reter talentos.

4.4.9 Irã

O Plano Nacional de IA da República Islâmica do Irã reconhece a necessidade de “treinar e nutrir recursos humanos especializados, qualificados e comprometidos para posicionar o Irã entre as dez nações líderes em IA” (Iran, 2024, p. 4, tradução nossa)

até 2030. Este compromisso está apoiado por metas e estratégias que abrangem educação, treinamento e pesquisa. Um aspecto distintivo é a preocupação, que permeia o texto, de que todo o desenvolvimento tecnológico tenha como base os valores éticos islâmicos, e que possa contribuir para o debate e desenvolvimento global sobre IA sob uma perspectiva iraniana.

O plano enfatiza uma expansão significativa da educação formal em IA no nível superior, apontando como indicador-chave o crescimento anual de 12% e 18%, para mestrado e doutorado, respectivamente, relacionado à IA. Isso significaria: 3.500 graduados de mestrado e 400 de doutorado anualmente até 2028 (1407 no calendário iraniano). Esta expansão é acompanhada por planos para melhorias qualitativas desde o ensino médio até o superior, através da criação de conteúdo educacional relevante e da reforma dos sistemas educacionais, com a perspectiva de “fortalecer as vantagens humanas sobre a IA e transformar os desafios da IA em oportunidades para a humanidade” (Iran, 2024, p. 6, tradução nossa). Além da educação formal, o plano reconhece a urgência de capacitar a força de trabalho existente, com a meta de que 50 mil participantes por ano participem de programas de treinamento de curta duração relacionados à IA. A requalificação de 50% da força de trabalho também está prevista.

Há ênfase em programas de formação profissional adaptados às demandas do mercado, ou seja, uma abordagem pragmática para garantir que o desenvolvimento de talentos em IA esteja alinhado com as necessidades da indústria. Finalmente, o plano destaca a importância de aumentar a conscientização pública sobre IA, visando criar um ambiente social favorável à sua adoção e mitigar potenciais receios.

4.4.10 Rússia

A estratégia russa para o desenvolvimento de talentos em IA enfatiza as boas bases educacionais que o país já possui, com “alto nível educacional nas áreas de física e matemática, forte ensino de ciências naturais e a existência de *expertise* nas áreas de modelagem e programação” (Rússia, 2019, p. 6, tradução nossa). A estratégia delineada abrange um conjunto de iniciativas com foco em educação, treinamento e aquisição de talentos. No âmbito educacional, a estratégia enfatiza a incorporação de módulos de IA em todos os níveis de ensino, desde o básico ao superior, complementados por programas de treinamento avançado e requalificação profissional contínua. A colaboração entre a indústria e a academia é incentivada para aproximar a teoria da prática, e o desenvolvimento de habilidades em STEM é priorizado através da melhoria da qualidade do ensino e do aumento de competições e olimpíadas para jovens talentos.

No âmbito do desenvolvimento profissional contínuo e da competição global por talentos em IA, adotam-se incentivos financeiros para empregadores investirem na *expertise* de seus funcionários em IA. Além disso, a Rússia busca ativamente atrair talentos internacionais, incluindo especialistas russos que vivem no exterior e profissionais estrangeiros de nível mundial, oferecendo “um nível salarial competitivo” e garantindo “a simplicidade e conveniência do cumprimento, por parte de especialistas estrangeiros, dos requisitos das leis trabalhistas e de imigração russas” (Russia, 2019, p. 15, tradução nossa), além da possibilidade do teletrabalho. A estratégia estabelece metas ambiciosas, como a implementação de programas de educação de nível mundial em IA até 2030 e aumento significativo no número de especialistas até 2024, demonstrando compromisso com o desenvolvimento de talentos para impulsionar suas ambições no campo da IA.

4.4.11 Mão de obra: discussão

No que concerne à educação, todos os países pretendem reformar os seus sistemas educacionais, desde o ensino básico ao superior, para integrar competências essenciais em IA, por meio da atualização de currículos, introdução do pensamento computacional e programação, enfatizando a importância de uma base sólida em STEM. Também é consenso a expansão de programas de graduação especializados. Paralelamente, investem em formação profissional e requalificação para preparar a força de trabalho existente para as transformações do mercado laboral impulsionadas pela IA, por meio de formações de curta duração, parcerias com a indústria e iniciativas de aprendizagem ao longo da vida.

Interessante observar que, em relação ao tópico mão de obra, o sinal se inverte quando consideramos infraestrutura e dados. Se nesses dois itens um ponto relevante é limitar a influência e o domínio do mercado internacional, mais precisamente, as *big techs*, quando se analisa mão de obra é necessário flexibilizar as fronteiras e os processos de migração de forma a atrair acadêmicos e especialistas formados ou trabalhando nos outros países. A mão de obra formada nos mais diferentes países, em um processo usualmente denominado de fuga de cérebros, acaba por migrar e trabalhar em países mais desenvolvidos. Esse fluxo corre a favor dos países que oferecem melhores condições de emprego e de bem-estar social, como segurança, escolas e saúde pública melhores do que aquelas presentes nos países de origem. Assim, não vale apenas formar talentos, é necessário propiciar um ambiente capaz de retê-los no território.

O processo de formação de um especialista em qualquer área, demanda longo período educacional e de capacitação. Como apontado no início deste texto, a IA não é recente, mas teve uma evolução acelerada nos últimos anos, assim o descompasso entre novas demandas por desenvolvimento e a necessidade de profissionais para desenvolvê-las se fez presente em todo o mundo. Dessa forma, isso transformou-se em um problema para todos os países, à medida que ambicionam o desenvolvimento e usos dessas soluções tecnológicas.

Portanto, a soberania se reconfigura. Para garantir a soberania tecnológica de um país é necessário contar com recursos formados alhures, em qualquer outro país. Sendo que como as melhores condições financeiras e de recursos estão nos países desenvolvidos, há uma tendência óbvia de que os melhores quadros se concentrem nas nações já prósperas. Trata-se de mais uma camada complexa para se alcançar a soberania digital ou a produção autônoma de tecnologia dentro de países emergentes.

4.5 P&D

4.5.1 África do Sul

O documento sul-africano faz uma breve referência sobre a importância da pesquisa e do desenvolvimento para se alcançar novos patamares de desenvolvimento da IA. Como caminho para esse processo estaria o estabelecimento de parcerias entre academia e indústria e o setor público, caminho que passa pela construção de centros de pesquisas dedicados às pesquisas de IA, incentivos financeiros para as pesquisas em IA, bem como para as *startups* do campo. No entanto, como dito anteriormente, é um documento genérico, que não especifica como isso será feito e com que montante de investimentos contará.

4.5.2 Brasil

O Brasil possui diversas iniciativas voltadas para a P&D. O documento cita o programa IA²MCTI, financiado por órgãos governamentais,⁵² com o objetivo de apoiar o desenvolvimento de projetos e modelos de negócios baseados em soluções de IA. O documento

52. O IA²MCTI conta com o financiamento e gestão de órgãos governamentais, como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a execução pela Softex. Mais informações estão disponíveis em: <https://softex.br/iniciativas/ia2-mcti/>.

brasileiro informa que o objetivo é apoiar iniciativas orçadas em até R\$ 500 mil cada (aproximadamente US\$ 85 mil).

A Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (Brasil, 2022), apesar de não estar no rol de documentos analisados, traz algumas propostas mais objetivas para as iniciativas de P&D como a criação de oito centros de pesquisas aplicadas em IA, com o apoio de órgãos governamentais e do Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br). A proposta é que seis desses centros foquem em soluções para áreas prioritárias – saúde, indústria, cidades, agronegócio – e que outros dois se dediquem à investigação em temas como aprendizado de máquina, processamento de linguagem natural, segurança e ética, visão computacional e reconhecimento de imagens, redes neurais, sistemas autônomos e robótica.

No documento da Estratégia Brasileira para IA as outras propostas são genéricas, no sentido, por exemplo, de se estabelecer “um ambiente de políticas públicas que apoie uma transição ágil da fase de P&D para a fase de desenvolvimento e operação de sistemas de IA” (Brasil, 2021, p. 37). Sendo que não há indicação mais clara de quais os mecanismos e instrumentos serão usados para que isso seja alcançado.

4.5.3 China

A centralidade governamental no processo de desenvolvimento tecnológico fica clara na condução das iniciativas de P&D. O texto advoga as vantagens do sistema socialista centralizado para promover esforços articulados:

explorar plenamente as vantagens do sistema socialista para concentrar forças na realização de grandes empreendimentos, promover o planejamento e a estruturação de projetos, bases e um pool de talentos, vincular organicamente os grandes projetos já implementados e as novas missões, atender às necessidades urgentes atuais e às etapas de desenvolvimento de longo prazo, desenvolver capacidade de inovação e criar uma força colaborativa para reformas institucionais e o ambiente de políticas (China, 2017, p. 5, tradução nossa).⁵³

53. “Fully give play to the advantages of the socialist system to concentrate forces to do major undertakings, promote the planning and layout of projects, bases, and a talent pool, organically link already-deployed major projects and new missions, continue current urgent needs and long-term development echelons, construct innovation capacity, create a collaborative force for institutional reforms and the policy environment.”

No entanto, há reconhecimento da importância dos mecanismos de mercado para “mobilizar departamentos, forças locais, empresariais e sociais” (China, 2017, p. 23, tradução nossa).⁵⁴ O documento chinês apresenta uma visão ampla sobre os desafios para a P&D. Conforme o texto, é necessário “ter os algoritmos como núcleo; dados e o *hardware* como base; e o aprimoramento das capacidades de percepção e reconhecimento, computação de conhecimento, raciocínio cognitivo, execução de movimentos e interface homem-máquina como ênfase” (China, 2017, p. 10, tradução nossa). Além de reafirmar que os padrões abertos são necessários para assegurar a continuidade e a melhoria dos processos de P&D.

Pretende-se aprofundar os avanços tecnológicos até aqui alcançados, bem como liderar um novo ciclo de desenvolvimento disruptivo em IA, com o projeto “1 + N” IA,⁵⁵ que inclui, por exemplo, o Hegaoji Megaproject, que busca o desenvolvimento de novos *chips* de alto desempenho (*high-end general-purpose chips*), entre outras iniciativas.

4.5.4 Egito

P&D é questão citada no texto, mas pouco detalhada. Limita-se a informar que os investimentos de P&D devem ser feitos em parceria público-privada e com o foco em “criar uma geração de jovens egípcios capazes de desenvolver aplicações em IA” (Egypt, 2021, p. 4, tradução nossa).⁵⁶

4.5.5 Emirados Árabes Unidos

O documento dos Emirados analisa que ainda não possui uma tradição acadêmica forte, mas, por sua centralidade até geográfica, pode atrair talentos para a construção de capacidades. Ao mesmo tempo, há a preocupação de apontar propostas com alguma concretude. Por exemplo, é apontada a criação de uma rede de especialistas, pesquisadores da academia, peritos do setor privado (AI Network), sendo que caberá a esse grupo estabelecer os projetos prioritários. É informado também que haverá

54. “Adhere to focus on doing things, focusing on the principle of breakthrough. Give full play to the role of market mechanisms to mobilize departments, local, business and social forces to promote the implementation of all aspects.”

55. A nomenclatura “1 + N” indica uma nova geração de megaprojetos científicos e tecnológicos de IA (desenvolvimento disruptivo), juntamente com o planejamento e a implantação de múltiplos projetos de pesquisa e desenvolvimento de IA (incrementais ou disruptivos).

56. “This is in addition to encouraging investment in research and development (R&D) in such technologies, raising awareness of its significance, and developing human capital to create a generation of young Egyptians capable of developing AI applications, in line with the national needs and the country’s priorities.”

financiamento do Fundo de Inovação Mohammed bin Rashid de 2 milhões de dirhams (algo em torno de meio milhão de dólares americanos).

4.5.6 Etiópia

As recomendações etíopes são genéricas e mais focadas no processo educacional, na inclusão de temas relacionados à IA nos currículos universitários, abordando pouco para programas de pesquisa financiados seja pelo poder público ou privado. Uma das possibilidades levantadas seria instalação de laboratórios nas universidades com o objetivo de desenvolver uma área estratégica relevante para a região em que estão inseridas. Sendo que não há fonte de financiamento definida, cabendo aos “diretores das faculdades a responsabilidade de que o laboratório disponha de pessoal de pesquisa adequado” (Ethiopia, 2020, p. 18, tradução nossa)⁵⁷ devendo buscar apoio financeiro junto às organizações não governamentais ou privadas.

4.5.7 Índia

A Índia reconhece que ainda não alcançou as condições necessárias para desenvolver tecnologias de ponta, como o caso da IA. A sua estratégia de P&D envolve estruturas estatais, mas tem forte ênfase no setor privado. É o país que traz maior detalhamento sobre as estruturas necessárias para as iniciativas de P&D. Duas propostas são centrais para a consolidação das iniciativas de pesquisa: os centros de investigação de excelência (Centre of Research Excellence – Core), que visam expandir as fronteiras tecnológicas e possibilitar a busca de novos conhecimentos; e os centros internacionais transformacionais da inteligência artificial (International Center of Transformational Artificial Intelligence – ICTAI), cujo foco seria o desenvolvimento de aplicações, com previsão da colaboração e financiamento do setor privado.

Sinaliza-se que a Índia apesar de ter um número total expressivo de profissionais de TI, quando relacionado ao tamanho da população ele ainda se mostra deficitário. Além disso, para o adequado funcionamento dos Cores seriam necessários profissionais com elevada *expertise* no desenvolvimento da IA. A saída apresentada pelo documento seria tentar atrair “professores internacionais de alto nível, especialmente da diáspora indiana”

57. “The faculty leaders are responsible for ensuring that the lab is appropriately staffed with researchers, and that the problems being worked on are of local relevance through partnerships with local companies and government departments, NGO’s, and other stakeholders.”

(Índia, 2018, p. 56, tradução nossa),⁵⁸ além de buscar reter jovens talentos formados na Índia que tradicionalmente buscam aperfeiçoamento em universidades estrangeiras.

Já os ICTAIs seriam fruto de parcerias público-privadas e estariam completamente voltados para o desenvolvimento de soluções de interesse industrial. Assim, os Cores fariam pesquisa básica e os ICTAIs desenvolveriam tecnologia aplicada a áreas específicas. Os ICTAIs contariam com um fundo para manutenção e aquisição de equipamentos nos primeiros cinco anos de 200 *crore*⁵⁹ de rúpias a 500 *crore* de rúpias (aproximadamente de US\$ 22 milhões a US\$ 53 milhões) (Índia, 2018, p. 57). O texto traz o detalhamento de como estas estruturas devem funcionar, com a instituição de conselhos gestores, representantes do setor privado e público, entre outros aspectos.

4.5.8 Indonésia

A Estratégia Nacional de Inteligência Artificial da Indonésia para 2020-2045 defende, em sua essência, um modelo colaborativo *quadruple-helix*, unindo governo, indústria, academia e comunidade para cultivar um ecossistema de P&D em IA. Para a operacionalização do modelo *quadruple-helix* é estabelecido um orquestrador para o ecossistema nacional de P&D em IA, a Colaboração para a Pesquisa e Inovação da Indústria da Inteligência Artificial (Kolaborasi Riset dan Inovasi Industri Kecerdasan Artifisial – KORI-KA). A KORI-KA, com o Ministério de Pesquisa e Tecnologia/Agência Nacional de Pesquisa e Inovação à sua frente, visa promover um ciclo de inovação sustentável, facilitando interações sinérgicas entre as partes interessadas. Esta ênfase num ecossistema colaborativo responde diretamente às fraquezas identificadas, como a harmonização abaixo do ideal entre a academia e a indústria e as colaborações de pesquisa limitadas.

Uma característica definidora da estratégia de P&D da Indonésia é a sua natureza orientada pela demanda. O processo de inovação é concebido como originário das necessidades dos setores industriais prioritários e da comunidade em geral, garantindo que os resultados da pesquisa sejam diretamente relevantes e prontamente adotáveis pela indústria. Esta abordagem reflete-se na priorização de setores específicos, incluindo saúde, serviços públicos, educação e pesquisa, segurança alimentar, mobilidade e

58. "In the short-term, given the paucity of quality faculty in India in AI, appropriate incentivisation mechanism (which could be a combination of promise of topnotch infrastructural facilities and remunerations matching international standards) to bring top-tier international faculty, especially the Indian diaspora, needs to be developed."

59. *Crore* é unidade de numeração indiana igual a 10⁷.

idades inteligentes, garantindo que as inovações de IA estejam estrategicamente alinhadas com as prioridades de desenvolvimento nacional.

Embora reconheça os desafios existentes quanto à disponibilidade de dados e na capacidade atual de P&D, o roteiro detalhado da estratégia, o foco em setores-chave e o quadro de governança proativo fornecem uma boa base para a Indonésia aplicar estrategicamente a IA para o crescimento econômico, o avanço social e o aumento da competitividade global.

4.5.9 Irã

O Irã apresenta um breve conjunto de ideias gerais sobre o desenvolvimento da IA. As iniciativas de pesquisa estão relacionadas com a de educação e devem estar alinhadas aos projetos nacionais, aos estudos sobre interação IA-humano e a promover as ciências islâmicas relacionadas.

4.5.10 Rússia

O documento russo elenca as iniciativas necessárias para avançar nas pesquisas da IA, assegurando que é necessário apoio contínuo, ampliação da infraestrutura e estímulo a investimentos. Projetos interdisciplinares devem ser incentivados, assim como a atualização de pesquisas de patentes, tendo a cooperação internacional e o intercâmbio de especialistas como ponto fundamental. Também é essencial facilitar o acesso a recursos computacionais e bases de dados.

Como quase todos os outros pontos analisados, a Rússia estabelece metas para 2024, quando deverá ser identificado crescimento no número de artigos publicados pelos cientistas russos sobre o tema, no registro de propriedade intelectual na área e aumento no desenvolvimento de soluções tecnológicas aplicadas na prática.

4.5.11 P&D: discussão

A construção de um ecossistema de inovação, que envolve universidades, setor privado, *startups*, além de políticas públicas de incentivo e financiamento apresentam grande desafio para todos os países. Avançar na P&D é passo fundamental para o desenvolvimento tecnológico autônomo, ou seja, para a soberania tecnológica, como nesse artigo definida. De forma evidente, há uma relação entre profissionais – pesquisadores,

desenvolvedores, técnicos – capacitados e produção de ciência e tecnologia, principalmente, em uma área de conhecimento inovadora e com pouca tradição como a IA.

Assim, percebe-se que o debate sobre iniciativas de consolidação do sistema de P&D está relacionado com o tema da capacidade da mão de obra existentes nos países, que como já analisado anteriormente, enfrenta desafios tanto para formar como para reter esses profissionais.

Em relação às estratégias, os países adotam abordagens distintas no que diz respeito ao financiamento e foco de P&D em IA. Um grupo de países, notadamente Brasil, Índia, Indonésia, Egito e Emirados Árabes, inclina-se para modelos de financiamento mistos, valorizando as parcerias público-privadas como motor principal para impulsionar a inovação em IA. Estes países incentivam ativamente o investimento privado, reconhecendo-o como um catalisador essencial para o avanço tecnológico. Em contraste, China e Rússia demonstram uma forte preferência por um modelo liderado pelo governo no financiamento de P&D em IA. Nestas nações, o governo assume um papel central no financiamento e na direção dos esforços de pesquisa, especialmente em áreas consideradas estratégicas, como o desenvolvimento de *hardware* e a pesquisa fundamental. Apesar desta forte influência governamental, tanto a China quanto a Rússia reconhecem a importância dos mecanismos de mercado e do envolvimento do setor privado no ecossistema de inovação em IA. A África do Sul e o Irã, por sua vez, apresentam cenários com detalhes limitados no documento, mas que sugerem uma possível combinação de apoio público e privado, embora sem grande clareza.

Quanto ao foco da inovação, a maioria dos países, com exceção notável da Rússia e da China, parece concentrar-se primordialmente no fomento da inovação em IA aplicada, que responda diretamente às prioridades nacionais e às necessidades da indústria. A estratégia desta maioria é pragmática, visando à aplicação de tecnologias de IA já existentes para gerar benefícios socioeconômicos tangíveis, em vez de direcionar esforços para expandir as fronteiras da pesquisa em IA em paradigmas não dominantes. China e Rússia destacam-se, novamente, demonstrando interesse em explorar arquiteturas de computação avançadas, como a computação neuromórfica, indicando uma disposição para ir além dos paradigmas dominantes em áreas específicas da pesquisa. Contudo, mesmo nestes casos, o foco principal mantém-se na implementação e escalabilidade da IA em domínios com relevância comercial.

5 PRINCIPAIS CONCLUSÕES

A análise das estratégias de IA nos países do BRICS revela um panorama diverso, com ambições e estágios de desenvolvimento notavelmente diferentes. Destaca-se que, entre os BRICS, apenas China e Rússia demonstram uma busca inequívoca por se estabelecerem como líderes globais em IA em um sentido abrangente, que inclui não só o presente, mas também o futuro da tecnologia e uma soberania tecnológica ponta a ponta. Não é mera coincidência que sejam precisamente esses dois países que enfatizam, em seus planos, o investimento robusto em pesquisa básica de ponta, visando liderar os desenvolvimentos disruptivos futuros na área. O destaque dado à computação neuromórfica em ambos os planos, e à robótica inteligente, inclusive para uso militar, no caso chinês, sublinha essa ambição de longo prazo em busca de liderança tecnológica integral.

Os documentos estratégicos destes dois países transmitem uma sensação de maturidade e experiência acumulada. Observa-se, por exemplo, a forma como a China busca consolidar e expandir mecanismos de P&D já existentes e bem-sucedidos. Em contrapartida, as estratégias dos demais países do bloco frequentemente se concentram na identificação de necessidades e no delineamento de iniciativas ainda em estágio embrionário, o que sugere um percurso considerável a ser trilhado.

Os textos analisados evidenciam uma preocupação recorrente com a busca pela soberania digital. Contudo, à luz da definição adotada – que associa a soberania digital à soberania da interdependência, em que a capacidade dos Estados de regular o ambiente digital e preservar suas identidades e valores nacionais é relativa – observa-se que essa dimensão é menos explorada, considerando os documentos.

Dada a heterogeneidade socio-histórico-cultural dos países que compõem o bloco, é natural que os países tragam perspectivas distintas que dificultam a formulação de uma abordagem abrangente comum sobre o tema da soberania digital. Dentro desse quadro, no entanto, pode-se identificar um reconhecimento geral da necessidade do desenvolvimento de *frameworks* éticos de IA e governança compartilhada (de forma a garantir desenvolvimento responsável e confiável da tecnologia), além da oportunidade de colaboração na criação de diretrizes éticas e estruturas de governança, compartilhando as melhores práticas para proteção de dados e regulamentação da privacidade. Por exemplo, o documento brasileiro apresenta forte foco no desenvolvimento ético, a Índia de igual forma enfatiza a ética de dados, já os Emirados Árabes advogam pela adoção das melhores práticas internacionais de desenvolvimento, ou seja, os países

TEXTO para DISCUSSÃO

buscam promover um desenvolvimento da IA alinhado a valores compartilhados e na construção de confiança pública. Em contrapartida, é muito difícil construir consenso nesse tema. Por exemplo, dos dez países-membros do BRICS aqui considerados, apenas Brasil, China, Egito, Índia e Indonésia assinaram a recente Declaração para uma Inteligência Artificial Inclusiva e Sustentável para as Pessoas e o Planeta da Cúpula de Ação de Inteligência Artificial, ocorrida em Paris (France, 2025b). A ausência da outra metade (África do Sul, Emirados Árabes, Etiópia, Irã e Rússia) aponta para a dificuldade de se encontrar posições de consenso nessas questões.

Observa-se, entretanto, que a busca por algum grau de soberania tecnológica tem se consolidado como prioridade, seja no sentido do desenvolvimento autônomo de soluções e infraestrutura próprias para a IA ou pelo menos pela implementação local de infraestrutura compatível com as demandas da IA. Além disso, é unânime o foco na formação e disponibilidade de pessoal qualificado e no aporte de recursos públicos e privados adequados para dar suporte a esse esforço estratégico.

Diante desses pressupostos, torna-se pertinente questionar a premissa adotada por alguns países – com as notáveis exceções de Rússia, China e, em menor medida, Irã – de que o acesso à infraestrutura de ponta para IA é algo dado, “disponível no mercado”. Essa perspectiva ignora a crescente geopolitização da infraestrutura de IA, com o acesso a *chips* avançados e outras tecnologias de ponta se tornando uma ferramenta de poder internacional.

Nesse contexto, e retomando a definição de soberania tecnológica como capacidade de adquirir tecnologias “de outras áreas econômicas sem uma dependência estrutural unilateral”, um caminho potencial para desenvolver soberania tecnológica nos países do BRICS que emerge a partir da análise dos documentos seria que os países com maior capacidade técnica na produção de *hardware* de ponta – como China e Rússia – considerem a criação de cadeias de fornecimento internas ao bloco, assegurando o acesso à infraestrutura essencial para os demais membros sob condições vantajosas.

A formalização de mecanismos legais confiáveis, como tratados internacionais, poderia ser um caminho para evitar uma dependência estrutural frágil dos países consumidores dentro do BRICS e fortalecer a autonomia tecnológica do bloco como um todo. A colaboração em iniciativas de *hardware* e *software* de IA de código aberto representa uma via estratégica para reduzir a dependência de tecnologias proprietárias e promover a independência tecnológica. O desenvolvimento conjunto de *chips* de IA,

bibliotecas de *software* e plataformas de IA, capitalizando os esforços da China e da Rússia no desenvolvimento de *hardware* nacional, pode reduzir custos e fomentar a inovação aberta.

Outras vias promissoras de colaboração intrabloco, que podem impulsionar o desenvolvimento da IA nos BRICS de forma mais robusta e equitativa podem ser identificadas a partir da análise documental realizada. Em primeiro lugar, o compartilhamento de dados e o desenvolvimento de *frameworks* de interoperabilidade se apresentam como áreas cruciais. A colaboração no desenvolvimento de padrões para o compartilhamento seguro e ético de dados, inspirando-se em iniciativas como o Naim da Índia e as plataformas de compartilhamento de dados dos Emirados Árabes Unidos, poderia mitigar a fragmentação de dados, aumentar a disponibilidade para treinamento de IA e fomentar a pesquisa transfronteiriça, especialmente em áreas de interesse comum como saúde, agricultura e mudanças climáticas.

Além disso, um tema transversal a todos os planos analisados é a necessidade de formação, aperfeiçoamento e a retenção de talentos em IA. A vasta maioria dos países reconhece a existência de uma lacuna significativa de profissionais qualificados, tanto em número quanto em qualidade, a necessidade premente de reter talentos domésticos e, em alguns casos, atrair *expertise* internacional. Essa constatação aponta para um desafio global crítico no ecossistema de IA: a escassez de capital humano especializado, que demandará esforços coordenados e investimentos massivos em educação e capacitação para sustentar o desenvolvimento da IA nos BRICS e no mundo. O estabelecimento de bolsas de estudo conjuntas, programas de intercâmbio e plataformas de aprendizado *online*, aproveitando a experiência na formação de talentos em larga escala dos maiores países do bloco, podem caminhar para um processo de modernização educacional comum, capaz de tratar com maior eficácia a escassez de profissionais qualificados, promover a transferência de conhecimento e criar um *pool* global de talentos em IA dentro do bloco.

A infraestrutura compartilhada e a criação de *hubs* regionais de computação também se apresentam como oportunidades valiosas. A exploração de modelos de compartilhamento de infraestrutura, como o modelo Sinapad⁶⁰ do Brasil e o conceito de *data centers* adjacentes a fontes abundantes de energia com baixo custo, como a

60. O Sinapad é uma rede de centros de computação de alto desempenho, distribuída pelo território brasileiro. Conta, atualmente, como nove unidades. Foi instituída pelo Decreto nº 5.156/2004. Mais informações estão disponíveis em: <https://www.Incc.br/sinapad/sinapad.php?pg=sinapad#>.

TEXTO para DISCUSSÃO

GERD da Etiópia, podem reduzir custos, melhorar a utilização de recursos e endereçar as lacunas de infraestrutura computacional, especialmente em países em desenvolvimento.

Por fim, um foco em projetos conjuntos de P&D e aplicações de IA para o bem social, direcionados a desafios compartilhados como redução da pobreza, melhoria da saúde, agricultura sustentável e mitigação de mudanças climáticas, pode gerar benefícios tangíveis para os cidadãos dos BRICS, aproveitar a diversidade de *expertise* do bloco e demonstrar o impacto positivo da colaboração internacional em IA.

A elaboração de um regime internacional para a governança de IA robusta e resiliente ao futuro é um desafio extraordinário devido à velocidade sem precedentes da evolução tecnológica, tornando rapidamente obsoletas as regulamentações prescritivas baseadas em capacidades específicas. Diante desse cenário, os formuladores de políticas devem voltar-se a estruturas permanentes e flexíveis que possibilitem a avaliação contínua de riscos, o monitoramento e a melhoria progressiva. Dado os riscos globais presentes, isso exige colaboração internacional, acesso a especialistas e um compromisso contínuo com a adaptação das políticas em sintonia com o avanço tecnológico. Mais uma vez, há um risco de perda de soberania de países periféricos, uma vez que decisões internacionais em governança de IA contrárias aos seus interesses nacionais podem lhes serem impostas por atores globais dominantes. Daí a importância de criar mecanismos internacionais democráticos de governança de IA. Nesse contexto, o BRICS pode ser um fórum importante onde os interesses das economias emergentes do Sul global em relação à IA é debatido e deliberado.

Do ponto de vista da análise realizada, é esperado que os documentos gerados dentro dos países, enquanto planos para avançar e adotar soluções de IA, acabem por influenciar os acordos internacionais entre eles. Entretanto, foge ao escopo desse documento analisar em que medida as possibilidades de cooperação aqui levantadas, que simplesmente emergem a partir da análise dos documentos nacionais isolados, já estão em andamento dentro dos mecanismos de cooperação internacional do bloco. Esse deve ser um dos aspectos que deve pautar estudos futuros e o aprofundamento das análises. De forma preliminar e a título de exemplo, ao se observar o da *Declaração da Presidência da Reunião de Ministros das Relações Exteriores dos Países-Membros do BRICS*, divulgada em 29 de abril de 2025 pelo Ministério das Relações Exteriores (Brasil, 2025), observa-se que questões como a cooperação para o desenvolvimento de IA, com a adoção de códigos abertos, cooperação científica e tecnológica, capacitação, proteção de dados e respeito à soberania são apontadas como fatores-chave para a implementação de IA.

REFERÊNCIAS

APPLE (AAPL34), Nvidia (NVDC34) e cia.: valor de mercado das *big techs* dos EUA equivale a 4 vezes o PIB brasileiro. **Money Times**, 11 out. 2024. Disponível em: <https://www.moneytimes.com.br/conteudo-de-marca/valor-de-mercado-das-big-techs-dos-eua-soma-4-vezes-o-pib-brasileiro-lbrdcn074/>.

ARBIX, Glauco. Da liberalização cega dos anos 90 à construção estratégica do desenvolvimento. **Tempo Social**, v. 14, n. 1, maio 2002.

'AS *BIG TECH* estão se tornando players globais, maiores do que alguns governos', diz Tony Blair. **InfoMoney**, 25 set. 2023. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/minhas-financas/as-big-tech-estao-se-tornando-players-globais-maiores-do-que-alguns-governos-diz-tony-blair/>.

AUTOLITANO, Simona; PAWLOWSKA, Agnieszka. **Europe's quest for digital sovereignty: GAIA-X as a case study**. Rome: IAI, 2021. (IAI Papers, n. 21/14).

BESHARATI, Neissan; ESTEVES, Paulo. Os BRICS, a cooperação Sul-Sul e o campo da cooperação para o desenvolvimento internacional. **Contexto Internacional**, v. 37, n. 1, p. 289-330, abr. 2015.

BHATTACHARYA, Anindya. Offshoring of IT and IT-enabled services: how far does India benefit from its outsourcing industry. **Internext**, v. 2, n. 2, p. 275-294, 2007.

BONNAMY, Céleste; PERARNAUD, Clément. Introduction: EU digital policies and politics – unpacking the European approach to regulate the “digital”. **Politique Européenne**, v. 81, n. 3, p. 8-27, 2023.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA)**. Brasília: MCTI, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/inteligencia-artificial>.

_____. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital): ciclo 2022-2026**. Brasília: MCTI, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/arquivosestrategiadigital/e-digital_ciclo_2022-2026.pdf. Acesso em: 7 maio 2025.

_____. Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos. **Infraestrutura Nacional de Dados (IND)**. Brasília: MGI, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/infraestrutura-nacional-de-dados>. Acesso em: 7 maio 2025.

_____. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Plano Brasileiro de Inteligência Artificial (PBIa) 2024-2028**. Brasília: MCTI, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/incc/pt-br/assuntos/noticias/ultimas-noticias-1/plano-brasileiro-de-inteligencia-artificial-pbia-2024-2028>. Acesso em: 7 maio 2025.

_____. Ministério das Relações Exteriores. **Declaração da Presidência da Reunião de Ministros das Relações Exteriores dos Países-Membros do BRICS**. Brasília: MRE, 2025. (Nota à Imprensa, n. 184). Disponível em: https://www.gov.br/mre/pt-br/canais_atendimento/imprensa/notas-a-imprensa/declaracao-da-presidencia-da-reuniao-de-ministros-das-relacoes-exteriores-relacoes-internacionais-dos-paises-membros-do-brics.

BRYNJOLFSSON, Erik; LI, Danielle; RAYMOND, Lindsey R. **Generative AI at work**. Cambridge, Massachusetts: NBER, 2023. (Working Paper, n. 31161). Disponível em: <https://doi.org/10.3386/w31161>.

CAMBON, Alexia *et al.* **Early LLM-based tools for enterprise information workers likely provide meaningful boosts to productivity**. [s.l.]: Microsoft, Dec. 2023. Disponível em: <https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/early-llm-based-tools-for-enterprise-information-workers-likely-provide-meaningful-boosts-to-productivity/>.

CASTRO, Cláudio de Moura. É possível uma tecnologia made in Brazil? **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 14, n. 3, p. 723-772, dez. 1984.

CHINA. **A Next Generation Artificial Intelligence Development Plan**. [s.l.]: State Council, 2017. Disponível em: <https://www.newamerica.org/documents/1959/translation-fulltext-8.1.17.pdf>.

CRAWFORD, Alan *et al.* The world is dangerously dependent on Taiwan for semiconductors. **Bloomberg**, 25 Jan. 2021. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/features/2021-01-25/the-world-is-dangerously-dependent-on-taiwan-for-semiconductors>.

DELL'ACQUA, Fabrizio *et al.* **Navigating the jagged technological frontier: field experimental evidence of the effects of ai on knowledge worker productivity and quality**. [s.l.]: Harvard Business School, 2023. (Working Paper, n. 24-013).

DUGARD, John. The choice before us: International law or a 'rules-based international order'? **Leiden Journal of International Law**, v. 36, n. 2, p. 223-232, June 2023.

EDLER, Jakob *et al.* **Technology sovereignty: from demand to concept**. Karlsruhe: Fraunhofer-ISI, 2020. (Policy Brief, n. 2/2020). Disponível em: <https://hdl.handle.net/10419/233462>.

EDLER, Jakob *et al.* Technology sovereignty as an emerging frame for innovation policy: defining rationales, ends and means. **Research Policy**, v. 52, n. 6, p. 104765, July 2023.

EGYPT. **Egypt National Artificial Intelligence Strategy**. [s.l.]: The National Council for Artificial Intelligence, 2021. Disponível em: https://mcit.gov.eg/en/Publication/Publication_Summary/9283.

ETHIOPIA. **A National AI Policy**: Ethiopia. [s.l.]: AI For Good Foundation, Dec. 2020. Disponível em: https://www.lawethiopia.com/images/Policy_documents/Ethiopian%20ai%20policy.pdf.

FILGUEIRAS, Fernando. Running for artificial intelligence policy in G20 countries: policy instruments and mixes matters? **Revista Brasileira de Inovação**, v. 21, 2022a.

_____. Artificial intelligence policy regimes: comparing politics and policy to national strategies for artificial intelligence. **Global Perspectives**, v. 3, n. 1, p. 32362, Feb. 2022b.

FISHER, Max; ASSIS, Érico; TRENCH, Daniel. **A máquina do caos**: como as redes sociais reprogramaram nossa mente e nosso mundo. 1. ed. São Paulo: Todavia, 2023.

FRANCE. **La stratégie nationale pour l'intelligence artificielle**. [s.l.]: Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté Industrielle et Numérique, févr. 2025a. Disponível em: <https://www.economie.gouv.fr/strategie-nationale-intelligence-artificielle>. Acesso em: 16 out. 2024.

_____. **Déclaration sur une intelligence artificielle inclusive et durable pour les peuples et la planète**. Paris: Élysée, 2025b. Disponível em: <https://www.elysee.fr/emmanuel-macron/2025/02/11/declaration-sur-une-intelligence-artificielle-inclusive-et-durable-pour-les-peuples-et-la-planete>. Acesso em: 7 maio 2025.

HAESBAERT, Rogério; PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **A nova des-ordem mundial**. 1. ed. São Paulo: Editora Unesp, 2006.

INDIA. **National Strategy for Artificial Intelligence**. [s.l.]: NITI Aayog, June 2018. Disponível em: <https://www.niti.gov.in/sites/default/files/2023-03/National-Strategy-for-Artificial-Intelligence.pdf>.

INDONESIA. **Strategi Nasional Kecerdasan Artifisial Indonesia 2020-2045**. Jakarta: Sekretariat Nasional Kecerdasan Artifisial Indonesia; BPPT, 2020. Disponível em: <https://ai-innovation.id/images/gallery/ebook/stranas-ka.pdf>.

IRAN. **National AI Plan of the Islamic Republic of Iran**. [s.l.]: Supreme Council for Cultural Revolution, 2024.

JIANG, Min; BELLI, Luca (Org.). **Digital sovereignty in the BRICS countries**: how the global South and emerging power alliances are reshaping digital governance. Cambridge: Cambridge University Press, 2025.

KAK, Amba; WEST, Sarah M. (Org.). **AI nationalism(s)**: global industry policy approaches to AI. [s.l.]: AI Now Institute, Mar. 2024. Disponível em: <https://ainowinstitute.org/wp-content/uploads/2024/03/AI-Nationalisms-Global-Industrial-Policy-Approaches-to-AI-March-2024.pdf>. Acesso em: 18 out. 2024.

KRASNER, Stephen D. **Sovereignty**: organized hypocrisy. [s.l.]: Princeton University Press, 1999.

LEVY, Steven. **Google**: a biografia. [s.l.]: Universo dos Livros, 2013.

NOY, Shakked; ZHANG, Whitney. **Experimental evidence on the productivity effects of generative artificial intelligence**. [s.l.]: [s.n.], 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4375283>.

PECEQUILO, Cristina Soreanu; MARZINOTTO JUNIOR, Francisco Luiz. O poder dos EUA e as multinacionais tecnológicas na era digital: uma análise da oligopolização nos governos Obama e Trump (2009-2021). **Austral**: Revista Brasileira de Estratégia e Relações Internacionais, v. 11, n. 21, p. 41-76, jan./jun. 2022.

POHLE, Julia; THIEL, Thorsten. Digital sovereignty. **Internet Policy Review**, v. 9, n. 4, 2020. Disponível em: <https://policyreview.info/concepts/digital-sovereignty>. Acesso em: 4 abr. 2025.

POLIDO, Fabrício Bertini Pasquot. Estado, soberania digital e tecnologias emergentes: interações entre direito internacional, segurança cibernética e inteligência artificial. **Revista de Ciências do Estado**, v. 9, n. 1, p. 1-30, 20 jun. 2024.

RADU, Roxana. Steering the governance of artificial intelligence: national strategies in perspective. **Policy and Society**, v. 40, n. 2, p. 178-193, June 2021.

RIOS, Sandra Polónia; VEIGA, Pedro da Motta. Abertura comercial: a reforma necessária (mas não suficiente) para a retomada do crescimento econômico. In: PASTORE, Affonso Celso (Coord.). **Como escapar da armadilha do lento crescimento**. São Paulo: CDPP, 2018. p. 265-327.

ROBLES-CARRILLO, Marga. Sovereignty vs. digital sovereignty. **Journal of Digital Technologies and Law**, v. 1, n. 3, p. 673-690, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.21202/jdtl.2023.29>.

ROSA, Marlon Antônio. Soberania digital na União Europeia. **Global Crossings**, v. 1, n. 1, p. 353-364, 29 jul. 2024.

ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES. **Computational protein design and protein structure prediction**: scientific background to the Nobel Prize in Chemistry 2024. Stockholm: Royal Swedish Academy of Sciences, Oct. 2024. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/uploads/2024/10/advanced-chemistryprize2024.pdf>.

RUSSIA. **Decree of the President of the Russian Federation on the Development of Artificial Intelligence in the Russian Federation**. Moscow: Office of the President of the Russian Federation, 2019. Disponível em: <https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/Decree-of-the-President-of-the-Russian-Federation-on-the-Development-of-Artificial-Intelligence-in-the-Russian-Federation-.pdf>.

SAVELIEV, Anton; ZHURENKOV, Denis. Artificial intelligence and social responsibility: the case of the artificial intelligence strategies in the United States, Russia, and China. **Kybernetes**, v. 50, n. 3, p. 656-675, Dec. 2020.

SCHULLER, Ivan K.; STEVENS, Rick (Org.). **Neuromorphic computing**: from materials research to systems architecture roundtable. Gaithersburg: U.S. Department of Energy, Oct. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.2172/1283147>. Acesso em: 24 fev. 2025.

SOUTH AFRICA. **South Africa National Artificial Intelligence Policy Framework**. Pretoria: Department of Communications and Digital Technologies, Nov. 2024. Disponível em: <https://www.dcdt.gov.za/sa-national-ai-policy-framework.html>.

SPATHARIOTI, Sofia Eleni *et al.* Comparing traditional and LLM-based search for consumer choice: a randomized experiment. **ArXiv**, 8 Nov. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.03744>. Acesso em: 16 out. 2024.

THE ECONOMICS of TSMC's giga-fabs. **The Asianometry Newsletter**, 31 Aug. 2022. Disponível em: <https://www.asianometry.com/p/the-economics-of-tsmcs-giga-fabs>.

UNITED ARAB EMIRATES. **UAE National Strategy for Artificial Intelligence 2031**. [s.l.]: Office of the Minister of State for Artificial Intelligence, 2018. Disponível em: <https://ai.gov.ae/wp-content/uploads/2021/07/UAE-National-Strategy-for-Artificial-Intelligence-2031.pdf>.

WILSON, Christopher. Public engagement and AI: a values analysis of national strategies. **Government Information Quarterly**, v. 39, n. 1, p. 101652, Jan. 2022.

APÊNDICE

METODOLOGIA

O primeiro desafio na busca de se analisar os diferentes projetos de desenvolvimento de inteligência artificial (IA) dos países que compõem o BRICS foi a identificação e obtenção de documentos oficiais, preferencialmente em inglês, de cada país do bloco. Nem todos os países disponibilizam em seus sites oficiais os documentos traduzidos ou mesmo versões oficiais na língua nativa. Dessa forma, o conjunto de documentos utilizado apresenta características híbridas, no sentido de que alguns são oficiais em inglês, outros foram traduzidos das línguas originárias (por especialistas ou de forma automática) e, em um único caso (Etiópia), trata-se de uma versão localizada em um site não oficial que aborda o tema. O quadro A.1 descreve a situação de cada documento utilizado.

QUADRO A.1

Documentos analisados e informações básicas

País	Documento	Editor	Referência	Língua	Número de páginas
África do Sul	<i>South Africa National Artificial Intelligence Policy Framework</i>	Department of Communications & Digital Technologies	South Africa (2024)	Inglês	24
Brasil	<i>Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA)</i>	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações	Brasil (2021)	Português	57
China	<i>A Next Generation Artificial Intelligence Development Plan</i>	China State Council/CCP Central Committee	China (2017)	Tradução para o inglês	28
Egito	<i>Egypt National Artificial Intelligence Strategy</i>	The National Council for Artificial Intelligence	Egypt (2021)	Inglês	39
Emirados Árabes Unidos	<i>UAE National Strategy for Artificial Intelligence 2031</i>	Minister of State for Artificial Intelligence	United Arab Emirates (2018)	Inglês	25
Etiópia	<i>A National AI Policy: Ethiopia</i>	AI For Good Foundation	Ethiopia (2020)	Inglês (<i>draft</i>) ¹	49

(Continua)

(Continuação)

País	Documento	Editor	Referência	Língua	Número de páginas
Índia	<i>National Strategy for Artificial Intelligence</i>	NITI Aayog	India (2018)	Inglês	114
Indonésia	<i>Strategi Nasional Kecerdasan Artifisial Indonesia 2020-2045</i>	National Secretariat of Indonesian Artificial Intelligence	Indonesia (2020)	Tradução para o inglês	205
Irã	<i>National AI Plan of the Islamic Republic of Iran</i>	Supreme Council for Cultural Revolution	Iran (2024)	Inglês	10
Rússia	<i>Decree of the President of the Russian Federation on the Development of Artificial Intelligence in the Russian Federation</i>	Decreto Presidencial	Russia (2019)	Tradução para o inglês	18

Elaboração dos autores.

Nota: ¹ O caso de menor formalidade é o documento da Etiópia, visto que foi identificado em um site comercial e está sinalizado como documento ainda em construção, datado de 2020, embora notícias na internet informem que a estratégia foi formalmente aprovada apenas em 2024. Em que pese os esforços dos autores em contactar fontes oficiais, não foi possível obter a versão final do documento.

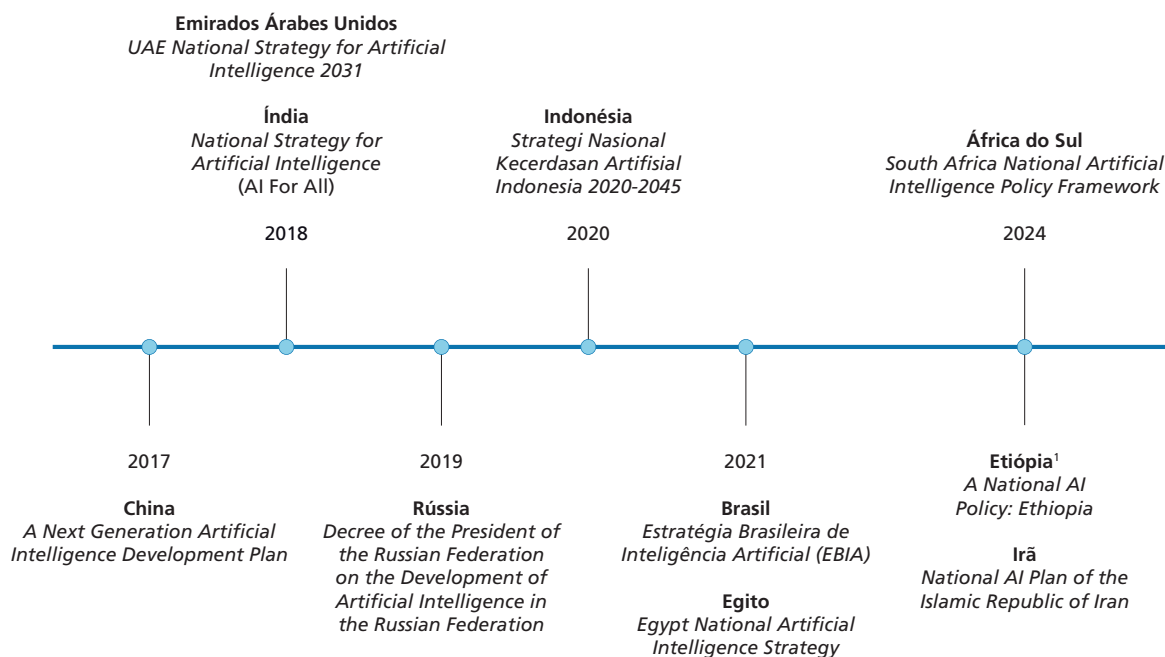
Alguns países, possivelmente, pelo interesse que despertam, tiveram documentos traduzidos por especialistas e disponibilizados em inglês, casos da China e Rússia. Foram utilizadas essas traduções, mesmo aquelas feitas por fontes não oficiais.⁶¹ Em relação à Indonésia, não foi encontrada tradução para o inglês, dessa forma, recorreu-se à tradução automática do indonésio para o inglês via Microsoft Word Translator.⁶²

Conforme pode-se observar no quadro A.1, há países que editaram normas com elevado grau de formalidade, em formato de decretos ou assemelhados. Outros se apresentam apenas como publicações governamentais e/ou publicações feitas pelo governo com o suporte de organizações não governamentais.

Verifica-se, ainda, que a China foi o primeiro país a lançar a sua estratégia para IA, ainda em 2017. Os demais países seguiram a cronologia apresentada na figura A.1.

61. À exceção do Brasil, que o documento norteador identificado foi analisado em português.

62. Serviço de tradução da Microsoft, baseado em modelos de linguagem de grande porte (*large language models* – LLMs) hospedados em nuvem, com suporte a múltiplas linguagens.

FIGURA A.1**Linha do tempo do lançamento das estratégias de IA de países selecionados**

Elaboração dos autores.

Nota: ¹ Embora o documento da Etiópia analisado seja datado de 2020, a política em questão foi aprovada apenas em 2024, razão pela qual sua representação na figura está alocada no referido ano.

Para a análise textual foi utilizado o *software* Atlas.ti. A codificação desse processo de análise textual é tema controverso, em vista da subjetividade do processo de ler o texto e reduzi-lo a uma classificação (código, no linguajar do *software*). Conforme destacam Campbell *et al.* (2013), pode-se ter dificuldade na reprodução dos resultados, ou seja, qualquer pesquisador deveria obter codificação semelhantes aos identificados pelos autores. Para mitigar esse problema, foram feitas codificações separadas pelos dois autores e depois comparadas de forma a se buscar consenso no processo de codificação.

Os códigos foram preestabelecidos a partir dos eixos estruturantes identificados conforme análise literária previa, ou seja, considerando os seguintes aspectos básicos forma: infraestrutura computacional, dados, mão de obra especializada, pesquisa e desenvolvimento (P&D). Outro conjunto de códigos está relacionado com os problemas de políticas públicas que se pretendem resolver com o uso da IA, aquilo que chamamos de aplicação da IA. Os principais campos identificados foram: saúde, agricultura e outros serviços públicos em geral. Por último, se somaram aos códigos predeterminados um

outro conjunto que buscava analisar a abrangência territorial que ambicionavam os países em seus planos de desenvolvimento de IA, visto que o BRICS é um bloco que visa à cooperação.

No quadro A.2 estão relacionados os códigos e uma breve definição de cada um deles.

QUADRO A.2
Códigos utilizados e sua descrição

Grupo	Código	Descrição
Informações do documento	info_editor	Editado por
	info_ano	Ano de edição
	info_país_cidade	País/cidade
Informações gerais	ger_obj_geral	Objetivo geral
	ger_obj_específico	Objetivos específicos
	ger_estrategia_pub/priv	Estratégia: público/privado
	ger_estrut_formal	Estrutura formal (de gestão do processo)
	ger_quest_clima	Questão climática
Infraestrutura computacional	infra_chips	<i>Chips</i>
	infra_capaci_exist	Capacidade existente
	infra_capaci_desej	Capacidade desejada
	infra_estrategia_compu	Estratégia
Dados	dados_proteção	Proteção/privacidade/dados sensíveis
	dados_reuso	Interoperabilidade/reuso
	dados_estrategia	Estratégia
Mão de obra/pessoal	peessoal_pub	Setor público
	peessoal_priv	Setor privado/empresas
	peessoal_capaci	Capacidades a serem perseguidas
	peessoal_requali	Requalificação
	peessoal_estrategia	Estratégia
	peessoal_valor	Valores a serem investidos
	peessoal_anali_int	Análise internacional

(Continua)

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

Grupo	Código	Descrição
P&D	p&d_pub	Setor público
	p&d_priv	Setor privado/empresas
	p&d_setor_agricultura	Setores específicos: agricultura, saúde, defesa, processamento de linguagem natural (<i>natural language processing</i> – NLP), aprendizagem de máquina, outros métodos
	p&d_setor_saúde	
	p&d_setor_defesa	
	p&d_setor_nlp	
	p&d_machine_learning	
	p&d_outros_metodos	
	p&d_estrategia	Estratégia de P&D
	p&d_valor	Valores a serem investidos
p&d_anali_int	Análise internacional	
Aplicações	aplica_saude	Aplicações em: saúde, agricultura, serviços
	aplica_agricult	
	aplica_serviços	
Geopolítica	geopoli_colabora	Colaboração
	geopoli_compete	Competição
	geopoli_parceria	Parcerias
Princípios	princ_ética	Ética
	princ_religião	Religião
Outros	Big_techs	Referente à atuação das <i>big techs</i>
	Broader_objective	Objetivos mais amplos relacionados (por exemplo, transformação digital)
	definição-IA	Definição utilizada para IA
	IA_valor	Valores relativos aos ganhos econômicos gerados pela IA
	indicador-resultados	Indicadores previstos para acompanhar os resultados
	militar_use	Relativo ao uso militar da IA

Elaboração dos autores.

TABELA A.1

**Número de ocorrências dos códigos nos documentos dos países
(tabela código-ocorrências do Atlas.ti)**

Código	IR	RU	AE	ET	IN	BR	CN	EG	ZA	ID	Totais
aplica_agricult	2	0	0	2	8	1	1	3	1	9	27
aplica_saude	1	1	3	10	9	1	3	2	1	14	45
aplica_serviços	3	3	5	6	4	5	4	2	1	11	44
Big_techs	0	0	4	8	20	0	0	3	0	0	35
Broader_objective	2	1	2	1	1	4	0	4	1	10	26
dados_estrategia	3	4	4	3	12	3	3	10	1	18	61
dados_proteção	2	4	3	1	7	6	2	3	1	9	38
dados_reuso	1	2	0	3	2	3	0	7	0	20	38
definicao-IA	1	3	0	1	4	1	0	1	0	0	11
geopoli_colabora	3	1	0	0	8	3	3	6	0	3	27
geopoli_compete	3	4	0	0	0	0	5	2	2	2	18
geopoli_parceria	2	0	0	0	1	0	0	4	1	0	8
ger_estrategia_priv	2	4	7	3	9	2	7	9	2	5	50
ger_estrategia_pub	1	4	6	4	11	2	8	13	1	6	56
ger_estrut_formal	3	3	1	0	4	9	4	1	1	26	52
ger_obj_específico	2	6	2	1	5	2	7	1	4	13	43
ger_obj_geral	1	3	3	0	3	3	3	2	2	2	22
ger_quest_clima	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
IA_valor	0	1	5	0	1	0	0	0	0	0	7
indicador-resultados	4	8	0	0	0	0	1	2	0	3	18
info_ano	0	3	0	0	1	1	2	2	0	0	9
info_editor	0	1	2	2	1	0	1	2	0	2	11
info_país_cidade	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
infra_capaci_desej	2	3	2	3	0	0	2	0	2	9	23
infra_capaci_exist	1	1	0	1	1	0	0	2	0	4	10
infra_chips	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
infra_estrategia_compu	1	2	0	2	4	0	3	1	0	13	26
infra_valor_compu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
militar_use	1	0	0	2	1	0	3	1	0	1	9
p&d_anali_int	0	0	1	0	2	0	0	0	0	2	5
p&d_especif	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	4
p&d_estrategia	3	4	8	5	5	4	6	2	1	5	43
p&d_machine_learning	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	3

(Continua)

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

Código	IR	RU	AE	ET	IN	BR	CN	EG	ZA	ID	Totais
p&d_outros_metodos	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5
p&d_priv	0	1	1	0	5	3	0	0	0	12	22
p&d_pub	0	0	0	0	0	3	0	0	0	12	15
p&d_valor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
peessoal_anali_int	0	3	10	1	9	2	0	6	0	2	33
peessoal_capaci	2	3	3	1	1	7	2	6	1	27	53
peessoal_estrategia	3	7	2	2	2	2	3	9	0	12	42
peessoal_priv	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	4
peessoal_pub	0	0	2	0	1	1	0	0	0	1	5
peessoal_requali	0	1	3	0	4	3	1	2	1	1	16
peessoal_valor	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
princ_ethics	12	4	2	5	7	15	5	7	6	28	91
princ_religiosos	7	0	0	0	0	0	1	0	0	6	14
Totais	68	86	82	69	155	86	87	118	31	293	1.075

Elaboração dos autores.

Obs.: Os países estão identificados nas colunas pelo seu código internet de domínio de nível superior, a saber: IR – Irã; RU – Rússia; AE – Emirados Árabes Unidos; ET – Etiópia; IN – Índia; BR – Brasil; CN – China; EG – Egito; ZA – África do Sul; e ID – Indonésia.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA)**. Brasília: MCTI, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/inteligencia-artificial>.

CAMPBELL, John L. *et al.* Coding in-depth semistructured interviews: problems of unitization and intercoder reliability and agreement. **Sociological Methods & Research**, v. 42, n. 3, p. 294-320, 2013.

CHINA. **A Next Generation Artificial Intelligence Development Plan**. [s.l.]: State Council, 2017. Disponível em: <https://www.newamerica.org/documents/1959/translation-fulltext-8.1.17.pdf>.

EGYPT. **Egypt National Artificial Intelligence Strategy**. [s.l.]: The National Council for Artificial Intelligence, 2021. Disponível em: https://mcit.gov.eg/en/Publication/Publication_Summary/9283.

ETHIOPIA. **A National AI Policy**: Ethiopia. [s.l.]: AI For Good Foundation, Dec. 2020. Disponível em: https://www.lawethiopia.com/images/Policy_documents/Ethiopian%20ai%20policy.pdf.

INDIA. **National Strategy for Artificial Intelligence**. [s.l.]: NITI Aayog, June 2018. Disponível em: <https://www.niti.gov.in/sites/default/files/2023-03/National-Strategy-for-Artificial-Intelligence.pdf>.

INDONESIA. **Strategi Nasional Kecerdasan Artifisial Indonesia 2020-2045**. Jakarta: Sekretariat Nasional Kecerdasan Artifisial Indonesia; BPPT, 2020. Disponível em: <https://ai-innovation.id/images/gallery/ebook/stranas-ka.pdf>.

IRAN. **National AI Plan of the Islamic Republic of Iran**. [s.l.]: Supreme Council for Cultural Revolution, 2024.

RUSSIA. **Decree of the President of the Russian Federation on the Development of Artificial Intelligence in the Russian Federation**. Moscow: Office of the President of the Russian Federation, 2019. Disponível em: <https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/Decree-of-the-President-of-the-Russian-Federation-on-the-Development-of-Artificial-Intelligence-in-the-Russian-Federation-.pdf>.

SOUTH AFRICA. **South Africa National Artificial Intelligence Policy Framework**. Pretoria: Department of Communications and Digital Technologies, Nov. 2024. Disponível em: <https://www.dcdt.gov.za/sa-national-ai-policy-framework.html>.

UNITED ARAB EMIRATES. **UAE National Strategy for Artificial Intelligence 2031**. [s.l.]: Office of the Minister of State for Artificial Intelligence, 2018. Disponível em: <https://ai.gov.ae/wp-content/uploads/2021/07/UAE-National-Strategy-for-Artificial-Intelligence-2031.pdf>.

ANEXO

TABELA A.1

Dados gerais sobre os países que compõem o BRICS

País	PIB (US\$ bilhões)	PIB <i>per capita</i> (US\$ 1 mil)	Investimento em P&D (% do PIB)	População (milhões)
África do Sul	381	6,0	0,60 (2020)	63
Brasil	2.174	10,3	1,15 (2020)	211
China	17.795	12,6	2,43 (2021)	1.411
Egito	396	3,5	1,02 (2022)	115
Emirados Árabes Unidos	514	49,0	1,50 (2021)	10
Etiópia	164	1,3	0,27 (2017)	129
Índia	3.568	2,5	0,65 (2020)	1.438
Indonésia	1.371	4,9	0,28 (2020)	281
Irã	405	4,5	0,79 (2019)	91
Rússia	2.021	13,8	0,94 (2022)	144

Fonte: Banco Mundial. Disponível em: <https://data.worldbank.org/>. Acesso em: 12 fev. 2025.

Obs.: 1. PIB – produto interno bruto; e P&D – pesquisa e desenvolvimento.

2. Dados de 2023, exceto para o investimento em P&D, cujos anos de referência foram indicados na coluna, levando em conta o dado mais recente disponível.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação

Aeromilson Trajano de Mesquita

Assistentes da Coordenação

Rafael Augusto Ferreira Cardoso

Samuel Elias de Souza

Supervisão

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Revisão

Bruna Oliveira Ranquine da Rocha

Carlos Eduardo Gonçalves de Melo

Crislayne Andrade de Araújo

Elaine Oliveira Couto

Luciana Bastos Dias

Vivian Barros Volotão Santos

Luíza Cardoso Mendes Velasco (estagiária)

Editoração

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Camila Guimarães Simas

Leonardo Simão Lago Alvite

Mayara Barros da Mota

Capa

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Projeto Gráfico

Aline Cristine Torres da Silva Martins

The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.

Acesse nossas publicações



Acompanhe nossas redes sociais



Composto em roboto regular 10/12 (texto)
Roboto regular, bold, black 12/14 (títulos)
Roboto regular 10 (gráficos e tabelas)
Rio de Janeiro-RJ

Missão do Ipea
Qualificar a tomada de decisão do Estado e o debate público.



ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DO
PLANEJAMENTO
E ORÇAMENTO

