Niterói, Universidade Federal Fluminense
ISSN 15177793 / 26748126 (eletrônico)
GEOgraphia, vol: 28, n. 61, 2026
DOI: 10.22409/GEOgraphia2026.v28i60.a72390

DIGITALIZAÇÃO DO URBANO: *BIG TECHS, DATA CENTERS* E A ESPACIALIDADE DA COMPUTAÇÃO

Marco Lourenço Nepomuceno[1]
Universidade Federal Fluminense (UFF)
Niterói, RJ, Brasil

Enviado em 23 jul. 2026 | Aceito em 22 out. 2026

Resumo: Para o senso comum, muitas vezes, o que acontece digitalmente parece se dar no ar, num ambiente etéreo, intangível, sem materialidade e descolado do mundo. Já em parte significativa da literatura acadêmica, é bastante recorrente a ideia de que o espaço perde a relevância nas discussões sobre o digital. Ao mesmo tempo, as *big techs* escondem, como podem, o caráter espacializado de sua indústria. O presente artigo tem o objetivo de situar essa espacialização e a relevância da geografia dentro deste debate, abarcando a infraestrutura da computação – *backbones*, *data centers* de hiperescala, treinamento de Inteligência Artificial –, seus impactos e custos ambientais. Para tal, a pesquisa se baseou, sobretudo, na revisão bibliográfica e na análise documental, avançando o debate pela aproximação de campos de estudo distintos, procurando articular digitalização, urbanização, infraestrutura tecnológica e espacialidade. Como resultado, a pesquisa aponta que a tendência recente é de que os países do Sul Global passem a fornecer cada vez mais os recursos naturais, a energia e a ampla extensão de terra exigidos para a sustentação da computação que o treinamento de IA exige. Num movimento final, o artigo foca mais explicitamente no espaço urbano atravessado pelas dinâmicas da digitalização.
Palavras-chave: *data centers*; Inteligência Artificial; energia; estresse hídrico; Sul Global; geografia urbana; espacialidade.

DIGITALIZATION OF THE URBAN: BIG TECHS, DATA CENTERS, AND THE SPATIALITY OF COMPUTING

Abstract: For common sense, what happens digitally often seems to take place in the air, in an ethereal, intangible environment, devoid of materiality and disconnected from the world. In a significant portion of the academic literature, the idea that space is losing its relevance in discussions of the digital is also quite recurrent. At the same time, big tech companies hide, as much as possible, the spatial dimension of their industry. This article aims to situate this spatialization and the relevance of geography within this debate, encompassing computing infrastructure — backbones, hyperscale data centers, and artificial intelligence training — as well as its environmental impacts and costs. To this end, the research was based primarily on a literature review and documentary analysis, advancing the debate by bringing together distinct fields of study and seeking to articulate digitalization, urbanization, technological infrastructure, and spatiality. The results indicate a recent trend whereby countries in the Global South are increasingly expected to supply the natural resources, energy, and extensive land areas required to sustain computing, particularly the computational demands of AI training. In its final section, the article turns more explicitly to urban space as shaped by the dynamics of digitalization.
Keywords: data centers; artificial intelligence; energy; water stress; Global South; urban geography; spatiality.

DIGITALIZACIÓN DE LO URBANO: BIG TECHS, CENTRO DE DATOS Y LA ESPACIALIDAD DE LA COMPUTACIÓN

Resumen: Para el sentido común, muchas veces, lo que sucede digitalmente parece tener lugar en el aire, en un entorno etéreo, intangible, carente de materialidad y desvinculado del mundo. Por outro lado, en una parte significativa de la literatura académica, es recurrente la idea de que el espacio pierde relevancia en los debates sobre lo digital. Al mismo tiempo, las *big techs* ocultan, en la medida de lo posible, el carácter espacial de su industria. El presente artículo tiene como objetivo situar esa espacialización y la relevancia de la geografía en este debate, abarcando la infraestructura de la computación —*backbones*, centro de datos a hiperescala y entrenamiento de inteligencia artificial—, así como sus impactos y costes ambientales. Para ello, la investigación se basó, sobre todo, en la revisión bibliográfica y él análisis documental, buscando ampliar el debate mediante la aproximación de distintos campos de estudio y procurando articular digitalización, urbanización, infraestructura tecnológica y espacialidad. Como resultado, la investigación señala una tendencia reciente según la cual los países del Sur Global pasarían a proporcionar cada vez más los recursos naturales, la energía y las extensas superficies de tierra que requiere el sostenimiento de la computación, especialmente debido a las exigencias del entrenamiento de IA. En la parte final, el artículo se centra de manera más explícita en el espacio urbano atravesado por las dinámicas de la digitalización.
Palabras clave: Centro de datos; inteligencia artificial; energía; estrés hídrico; Sur Global; geografia urbana; espacialidad.

1. Doutorando em geografia pela Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ, Brasil. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-2934-0039. E-mail: marco-ln@hotmail.com.

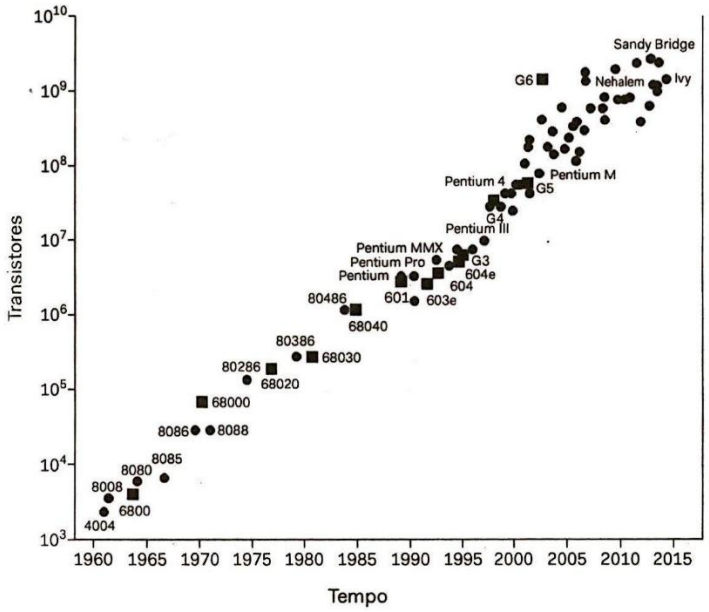
Este artigo está licenciado com uma licença Creative Commons – Atribuição 4.0 Internacional.

Miniaturização e hiperobjeto: perdendo de vista a espacialidade da computação

É desde os anos sessenta que o mercado de microprocessadores é impulsionado por aquilo que se convencionou chamar de Lei de Moore. Em 1965, Gordon Moore – cofundador da *Fairchild Semiconductor* e, posteriormente, da Intel – observou que os transistores estavam encolhendo de tamanho de maneira acelerada. Os transistores são essenciais aos processadores e, consequentemente, à computação. Num artigo para a revista *Electronics*, Moore apontou que o número de componentes em um processador duplicava a cada ano: ou seja, enquanto a capacidade de processamento tendia a ser duplicada anualmente, o tamanho deles poderia ser reduzido pela metade. Uma década depois, Moore ajusta sua previsão: a tendência seria que a capacidade de processamento dobraria não anualmente, mas a cada dois anos (Bridle, 2019, p. 94).

A Lei de Moore não é propriamente uma lei, mas se tornou um guia no ramo da computação, uma meta, uma espécie de profecia tecnológica autorrealizável. Como é possível ver no gráfico, muitos anos se passaram e a tendência de miniaturização e de aumento da capacidade dos microprocessadores se manteve bastante próxima daquilo que foi previsto anteriormente por Moore.

Gráfico 1 - Lei de Moore e a evolução dos processadores computacionais



Fonte: Bridle, 2019.

A Lei de Moore evidencia uma tendência à miniaturização dos microprocessadores que, com o passar dos anos, se manteve sempre de maneira ascendente em direção à escala do micro e do infinitamente pequeno:

> em 1971, a dimensão dos semicondutores – a menor unidade discreta de fabricação – era de dez micrômetros, ou um quinto do diâmetro do fio de cabelo humano. Em 1985, era um micrômetro. Depois, no início dos anos 2000, caiu para menos de 100 nanômetros – o diâmetro de um vírus [...]. No início de 2017, já havia semicondutores com dimensões de 10 nanômetros em smartphones. (Bridle, 2019, p. 95)

Embora se acreditasse que a miniaturização fosse impossível abaixo dos sete nanômetros – "ponto em que os elétrons ficariam livres para se movimentar em qualquer superfície por tunelamento quântico" (Bridle, 2019, p. 95) –, a tendência à miniaturização segue para além daquilo que se pensava ser sua barreira última. Em maio de 2021, a IBM anuncia uma nova tecnologia que reduz os semicondutores para dois nanômetros: através dela, passa a ser possível organizar 50 bilhões de transistores dentro de um único chip do tamanho de uma unha.[2] Se antes isso parecia uma barreira, tecnologias computacionais mais recentes, inclusive, prometem explorar os princípios da mecânica quântica.

A miniaturização, indo para muito além das escalas acessíveis e observáveis a olho nu, faz com que percamos as referências espaciais de determinados processos, sobretudo na computação. A materialidade de tais processos, por fugir de nossa percepção, se torna muito mais difícil de ser observada, embora ela ainda esteja lá. Como vai colocar Porto-Gonçalves (2013, p. 90, grifos do autor),

> em escala micro, cada vez mais se penetra o âmago da matéria, trabalhando com um nível de fragmentação jamais imaginado. Observemos que se fala de Química Fina, de Biologia Molecular, de Física Atômica ou Nuclear e de Microeletrônica e, nessas expressões, devemos atentar menos para a Química, para a Biologia e para a Física, e sim para a fragmentação da matéria que está indicada como *Fina*, como *Molecular*, como *Átomo* e como *Micro*.

O infinitamente pequeno, no entanto, não é *desmaterialização*: o termo pode nos induzir a pensar que estamos num mundo imaterial, etéreo e sem espacialidade; aquilo que eventualmente é chamado de *desmaterialização* nunca deixa o mundo da matéria (Porto-Gonçalves, 2013, p. 90-91). A miniaturização, portanto, é um dos aspectos mais marcantes das novas tecnologias: "talvez o computador seja o melhor exemplo, visto que já ocupou salas inteiras e hoje pode ser colocado no bolso" (Porto-Gonçalves, 2013, p. 90).

A história da computação, por vezes, parece ser marcada por um desejo de não ser espaço. Ou melhor dizendo: ela tende a ocultar as suas referências espaciais, enquanto escamoteia seus impactos. Para o usuário médio, o *smartphone* é um objeto quase mágico: a hipercomunicação digital[3] parece se dar no ar, num ambiente etéreo, intangível, sem materialidade e descolado do mundo. Inclusive, é bastante comum ouvirmos de alguns autores, equivocadamente, que o espaço perde a relevância nas discussões sobre o digital. O ocultamento das referências espaciais é tamanho que mesmo geógrafos se perguntam se temos algo a contribuir quando o assunto é esse. Afinal, como trazer à tona aquilo que, a todo custo, foge, aquilo que, pela própria natureza de seu funcionamento, deseja permanecer oculto? "A ausência do objeto torna-se presença sensível" (Ivain, 2003, p. 69) – se a cidade moderna tenta se livrar das coerções da geografia, na virtualidade e na hipercomunicação digital o espaço aparenta quase desaparecer ou perder a relevância.

[2] IBM Unveils World's first 2 nanometer chip technology, opening a new frontier for semiconductors. Disponível em: *https://newsroom.ibm.com/2021-05-06-IBM-Unveils-Worlds-First-2-Nanometer-Chip-Technology,-Opening-a-New-Frontier-for-Semiconductors.* Acesso em: 23 set. 2025.

[3] Em Byung Chul-Han (2022a), o "hiper" desvia do caráter técnico e neutro da comunicação, marcando um posicionamento crítico: o termo aponta para a intensidade, a saturação, a lógica do excesso, da sobrecarga e da mediação algorítmica que caracterizam a comunicação digital contemporânea, sobretudo após a pandemia.

O digital, muitas vezes, é apresentado e concebido como um domínio que reivindica autonomia em relação ao espaço. Com a digitalização, um gigantesco fluxo de signos, de informações e de relações humanas parece, agora, acontecer e ser produzido sem localidade, sem uma necessária ancoragem espacial (Garapon e Lassègue, 2021, p. 40). As informações circulam, quase instantaneamente, entre lugares muito distantes; operações financeiras são realizadas sem necessidade de proximidade espacial; uma mesma plataforma digital pode operar globalmente, enquanto sua sede, sua infraestrutura e seus funcionários ou usuários podem estar distribuídos remotamente entre diferentes territórios – embora o espaço nunca desapareça efetivamente, os dispositivos digitais criam a aparência de uma existência fora do espaço. O digital promove, assim, uma aparente *desespacialização* (Garapon e Lassègue, 2021, p. 37): secundarizando a mediação espacial, a computação aparenta criar um mundo à parte que, mediado pelo cálculo, parece contornar os entraves espaciais, colocá-los de lado ou até mesmo fazer com que desapareçam.

Todo *software* (programas, aplicativos, códigos intangíveis), no entanto, precisa de um *hardware* (componentes físicos e tangíveis de um dispositivo) para ser executado. Nem mesmo a informação e os dados digitais, que já nos soam quase imateriais, dispensam o espaço: não é à toa que, de tempos em tempos, temos que apagar algumas fotos para liberar espaço no HD do celular (Faustino e Lippold, 2023, p. 37). Isto é,

> ainda que não possamos pegar uma foto virtual, ela ocupa um tempo e um lugar no espaço. Um nude picante enviado ao crush exige uma câmera fotográfica (por exemplo, de um celular) que converte determinado padrão de luz e sombra em códigos binários que, por sua vez, são transmitidos por determinado meio físico (rádio, cabo, fibra ótica, satélite etc.) para outro aparelho que os receba, os decodifique e os converta em uma imagem. (Faustino e Lippold, 2023, p. 36)

Uma gigantesca cadeia de infraestrutura permanece oculta enquanto o virtual parece se dar num mundo à parte: "a realidade virtual opera em dois sentidos, um que cria mundos sensoriais da informação digital e outro que trabalha ocultando a estrutura essencial e material do ciberespaço" (Faustino e Lippold, 2023, p. 141). As *big techs* normalmente se aproveitam da ideia de uma conexão quase mágica, impulsionando esse ocultamento através de seu próprio marketing.

Para que as coisas continuem funcionando, porém, a infraestrutura das redes é colossal. Perdemos as referências espaciais não apenas pela miniaturização, mas também por tudo aquilo que está na ordem do infinitamente grande. A computação e a internet deixam de ocupar cômodos inteiros não apenas para ir para o bolso, mas para tomar o mundo: um emaranhado de antenas, receptores e emissores de onda, satélites, sistemas de geolocalização, quilômetros e mais quilômetros de *backbones* e cabos de fibra óptica atravessando oceanos e interligando continentes, *data centers* etc., ao redor do globo, se transformam num *hiperobjeto* (Morton, 2013) – "uma coisa que nos cerca, nos envolve e nos emaranha, mas que é literalmente grande demais para se ver por completo" (Bridle, 2019, p. 86). No bolso, o *smartphone* é apenas a ponta final de uma intrincada rede.

A nuvem e sua sombra: *backbones*, *data centers* e treinamento de IA

As *big techs* costumam se valer frequentemente da ideia de computação "em nuvem"[4]. O termo

[4] "Computação em nuvem" é a designação normalmente utilizada para os serviços de computação oferecidos sob demanda: seja um vídeo que assistimos, um e-mail que escrevemos, uma foto que compartilhamos, um arquivo que hospedamos ou uma música que ouvimos na internet, quando não são armazenados nos nossos próprios smartphones, são "armazenados na nuvem". Ou seja: transitam por cabos de fibra óptica e são armazenados e processados remotamente em *datacenters* de empresas privadas.

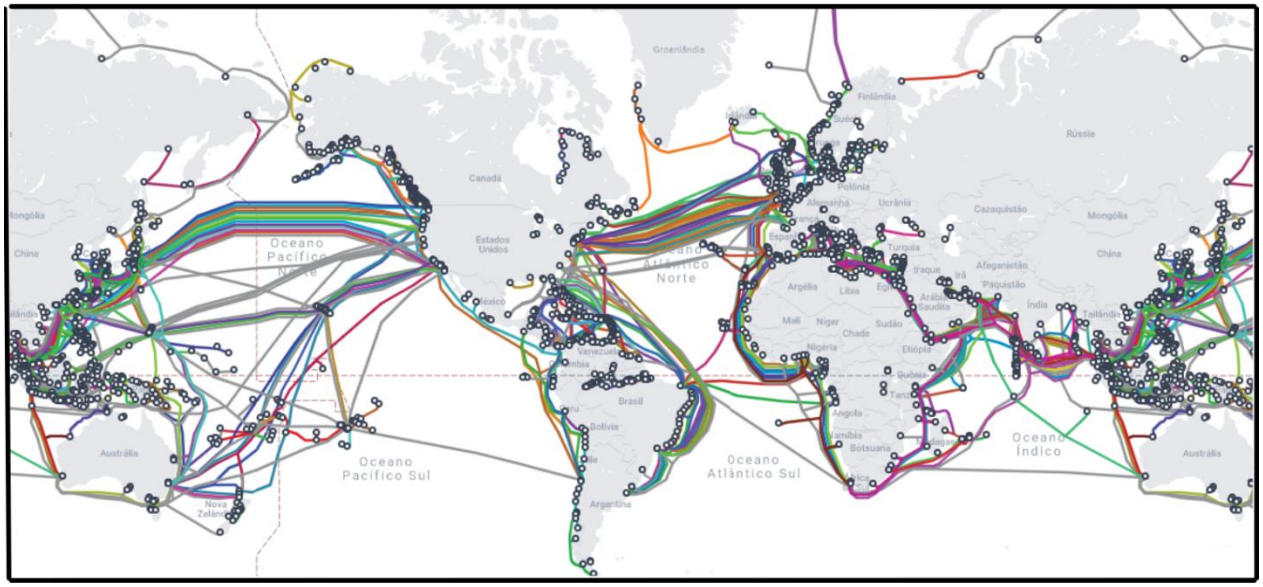
já se tornou um jargão corriqueiro e bastante conhecido entre o senso comum. A metáfora, no entanto, ajuda a propagar a falsa noção de que esse tipo de armazenamento acontece de uma maneira etérea e que não se assenta no espaço, no chão, dispensando qualquer materialidade. Essa "nuvem", na verdade,

> não é imponderável; não é amorfa, nem mesmo invisível, se você souber procurar. A nuvem não é um lugar distante e mágico, feito de vapor d'água e ondas de rádio, onde tudo funciona. É uma infraestrutura física que consiste em linhas telefônicas, fibra óptica, satélites, cabos no leito oceânico e vastos depósitos cheios de computadores [...]. A nuvem é um novo tipo de indústria e é uma indústria voraz. A nuvem não tem só uma sombra; ela tem uma pegada. (Bridle, 2019, p. 16)

Embora, para um olhar mais desatento, a hipercomunicação digital pareça se dar no ar, mais ou menos 90% de todo tráfego de internet global é feito por cabos de fibra óptica (TeleGeography, 2025). Não é à toa que, embora o *smartphone* dispense fios, a conexão de internet chegue através de cabos em nossas casas: ao usar um celular, o sinal é transmitido sem fio apenas do aparelho até a antena ou o ponto de conexão mais próximo. A partir daí, os dados serão transmitidos por cabos de fibra óptica terrestres e submarinos.

Nesse contexto, os *backbones* são a "espinha dorsal" da internet e do tráfego de dados: eles são uma infraestrutura global de cabos de fibra óptica de grande porte e alta capacidade que, atravessando as profundezas dos oceanos, interligam as redes, garantindo a transmissão rápida e de grandes volumes de dados por longas distâncias. Com suas estruturas reforçadas e seu maior diâmetro, os *backbones* são mais do que simples cabos de transmissão: eles são projetados para suportar um fluxo massivo de dados e, por isso, funcionam como as artérias das redes, as vias principais dos dados, conectando diferentes continentes para que a internet funcione globalmente.

Mapa 1 – *Backbones* interligando o tráfego de dados ao redor do mundo

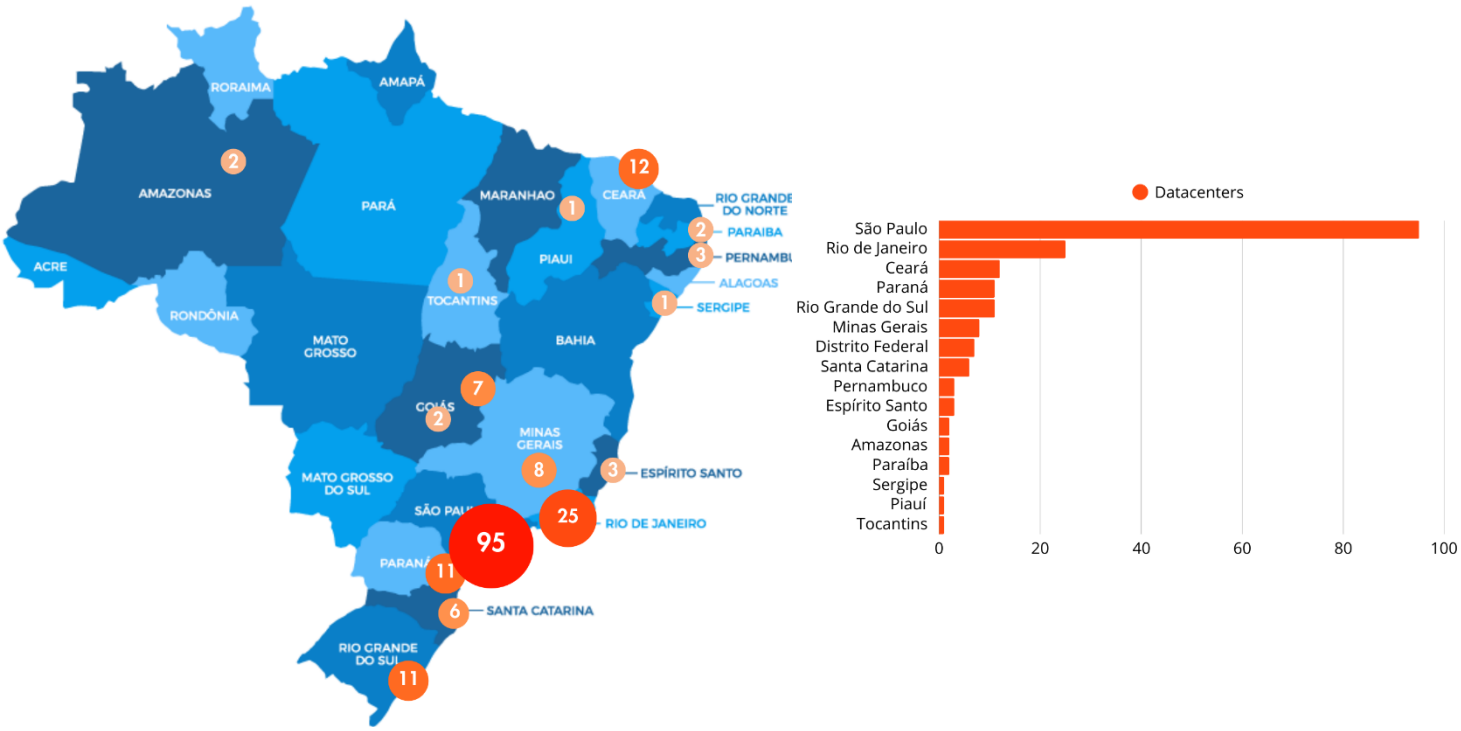


Fonte: TeleGeography – Submarine Cable Map. Adaptado pelo autor.
Disponível em: https://www.submarinecablemap.com/

O Brasil é conectado a outros países, atualmente, por 16 *backbones*; ao redor do globo, mais de 600 cabos submarinos interligam todos os continentes[5]. Estima-se que, no começo de 2025, havia pelo menos 1.5 milhão de quilômetros de comprimento de cabos submarinos à serviço das redes ao redor do globo (TeleGeography, 2025) – esses números variam constantemente, já que novos cabos entram em serviço enquanto os mais antigos podem ser desativados, tendo cerca de 25 anos de tempo de uso. No contexto brasileiro, eles se interligam ao continente sobretudo nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Ceará (passa por Fortaleza, capital do Ceará, pelo menos 90% do tráfego internacional de dados que chega ao Brasil, sobretudo porque a cidade é um dos centros urbanos de maior proximidade geográfica com os Estados Unidos, a Europa e África simultaneamente)[6].

Além do tráfego de dados que acontece através dos cabos de fibra óptica e pelos *backbones*, os serviços das redes – longe de serem intangíveis e sem impacto – também são amparados pela construção de *data centers*. Eles são os pontos fixos no tráfego de dados: com ares de fortaleza, os *data centers* são prédios e galpões gigantescos densamente preenchidos com chips e computadores que armazenam, processam e distribuem os dados. Atualmente, o Brasil já conta com 192 data centers em operação no território nacional (Datacenter Map, 2025); além disso, o país já concentra cerca de 40% dos investimentos mais recentes em *data centers* na América Latina (Cleanbridge, 2025).

Mapa 2 – *Data centers* em operação no Brasil (2025)



Fonte: Adaptado pelo autor com base em informações do Data Center Map.
Acesso em: https://www.datacentermap.com/brazil/

[5] BBC. A rede global (e invisível) de cabos que mantém a internet funcionando. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=DRaTbGYdkvQ&t=8s. Acesso em: 25 set. 2025.
[6] Ibidem.

Para que o tráfego de dados global permaneça acontecendo, os *data centers* precisam funcionar vinte e quatro horas por dia e sete dias por semana, sem interrupções. Para que isso aconteça, os *data centers* demandam um alto custo de energia no intuito de manter o processamento dos dados e, sobretudo, o resfriamento de sua estrutura, evitando que entrem em superaquecimento pelo uso ininterrupto. Os *data centers*, hoje, já consomem cerca de 2% de toda produção global de eletricidade, podendo atingir de 3 a 4% até o fim da década (International Energy Agency, 2023). A projeção é de que esse consumo se amplie, pelo menos, numa média de 11% ao ano até 2030 (BofA, 2025).

Somente o maior *data center* da Europa, o *Frankfurt 1*, por exemplo, tem a capacidade de mais de 75 megawatts de computação: o que é o equivalente ao que as residências de cidades como São José dos Campos ou Osasco consumiram ao longo de todo ano de 2022, com mais ou menos 700 mil habitantes cada[7]. Como complementa Bridle (2019, p. 75-76),

> em reação aos vastos incrementos em armazenamento digital e capacidade computacional na última década, a quantidade de energia que os *datacenters* usam duplica a cada quatro anos e se espera que triplique nos próximos dez. Um estudo no Japão sugeriu que, em 2030, as exigências de energia só para serviços digitais vão superar a capacidade de geração atual de todo o país.

O advento da pandemia acaba acelerando esse processo: a intensificação do uso das redes, consequentemente, aumenta vertiginosamente os custos de energia para o processamento e a distribuição de dados. A tendência de crescimento dos custos energéticos com *data centers*, que já era ascendente, dá um grande salto entre 2015 e 2022.

Tabela 1 – Tendências globais em indicadores digitais e energéticos (2015-2022)

	2015	2022	Aumento
Usuários de internet	3 bi	5.3 bi	+78%
Tráfego de internet	0.6 ZB	4.4 ZB	+600%
Processamento em datacenters	180 mi	800 mi	+340%
Uso de energia em datacenters (excluindo cripto)	200 TWh	240-340 TWh	+20-70%
Uso de energia com mineração de cripto	4 TWh	100-150 TWh	+2300%-3500%
Uso de energia por transmissão de dados na rede	220 TWh	260-360 TWh	+600%

Fonte: International Energy Agency, 2023. Adaptado pelo autor.

O fator mais impactante para o aumento exponencial do custo energético com *data centers*, no entanto, é outro: a ampliação da construção de *data centers* de hiperescala com foco no treinamento de inteligência artificial. Embora seu crescimento seja mais recente, eles já respondem por 60% da demanda por energia no setor, segundo estudos do BCG[8]. Para fins didáticos, os *data centers* podem ser divididos em dois tipos: aqueles mais comuns, voltados à computação em nuvem à operação de

[7] IAMARINO, Átila. *IA está sedenta*. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=5mBMoTMN38E
[8] Veja. *Demanda global por energia de data center aumentará 16% ao ano até 2028, aponta BCG*. Disponível em: https://veja.abril.com.br/economia/demanda-global-por-energia-de-data-center-aumentara-16-ao-ano-ate-2028-aponta-bcg/. Acesso em: 25 set. 2025.

serviços de internet, e os de hiperescala voltados à inteligência artificial (IA), que oferecem capacidade computacional para o treinamento de modelos de linguagem complexos[9]. Conforme aponta Karen Hao (2025, p. 274),

> antes da IA, os data centers já estavam crescendo e se expandindo. Eles já foram pequenos e distribuídos o suficiente para serem escondidos em ambientes urbanos, algumas prateleiras de computadores escondidas em um armário nos fundos de um escritório ou algumas dezenas de racks em um prédio reaproveitado. Nos anos 2000, os gigantes da tecnologia começaram a seguir uma tendência diferente, consolidando toda a sua infraestrutura de computação em enormes armazéns de servidores em comunidades rurais. O mundo dos data centers ficou dividido: havia os hiperescaladores e havia todos os outros. Os quatro maiores hiperescaladores — Google, Microsoft, Amazon, Meta — agora gastam mais dinheiro construindo data centers a cada ano do que quase todos os outros.

É difícil imaginar por si só o tamanho desses data centers. Méo Hogan, pesquisadora da Queen's University focada no estudo da IA, diz que costumava compará-los com campos de futebol quando começou a pesquisá-los, mas essa comparação se tornou obsoleta: "agora, campos de futebol não chegam nem perto do imaginário do tamanho requerido" (Hao, 2025, p. 274). As *big techs* próprias costumam chamar seus *data centers* de "campus" – "largas extensões que rivalizam com o tamanho das maiores universidades americanas, com numerosos edifícios gigantescos densamente preenchidos por prateleiras e prateleiras de computadores" (Hao, 2025, p. 274).

A escala e os custos ambientais dos data centers aumentam sensivelmente quando eles são focados no treinamento de IA. Como dito anteriormente, os *data centers* de "nuvem" já demandam um alto custo de energia. Os de IA, porém, elevam o consumo para outro patamar: "os maiores data centers são desenhados para ser uma instalação de 150 megawatts de potência, significando que eles podem consumir anualmente uma quantidade de energia equivalente a 122.000 casas americanas" (Hao, 2025, 275) ou aproximadamente 610.000 casas brasileiras, de acordo com os dados de consumo médio residencial do Anuário Estatístico de Energia Elétrica (EPE, 2024). Os novos megacampus de IA "poderão exigir, em breve, de 1.000 a 2.000 megawatts de potência" (Hao, 2025, p. 275). Com base nos mesmos dados de consumo, uma única dessas instalações pode consumir o mesmo que, aproximadamente, oito milhões e quinhentas mil residências brasileiras; para termos alguma dimensão, isso seria um gasto maior do que das residências de todo o estado do Rio de Janeiro [6.152.051] e do estado do Espírito Santo [1.794.597] somadas [=7.946.648 residências] (IBGE, 2022).

Não bastando o alto custo de energia, os *data centers* de IA também consumem bastante água: exigindo muito mais computação e processamento de dados na aprendizagem dos modelos de linguagem, suas estruturas contam com um robusto sistema de refrigeração, incluindo enormes ventiladores, condicionadores de ar e sistemas de evaporação de água para livrar os seus processadores do calor. É comum que esse tipo de *data center* necessite de uma estrutura de resfriamento líquido para que os mecanismos sigam funcionando sem superaquecer. Embora algumas estruturas trabalhem com um sistema de resfriamento fechado em que há a reutilização de água, muitos *data centers* se utilizam de um modelo de perda de calor por evaporação, fazendo com que o consumo de água seja intenso e constante. Nesse processo de resfriamento, cerca de 80% da água evapora: água que precisa ser limpa e, normalmente, potável, visando evitar a proliferação de

[9] Silva, Victor Hugo. *Como funciona um data center? E por que ele pode consumir tanta energia e água?* Disponível em: https://g1.globo.com/inovacao/noticia/2025/08/25/como-funciona-um-data-center-e-por-que-ele-pode-consumir-tanta-energia-e-agua.ghtml Acesso em: 26 set. 2025

bactérias e obstruções no sistema.[10] "De acordo com uma estimativa de pesquisadores da Universidade da Califórnia, Riverside, a demanda crescente da IA deve consumir cerca de 1.1 a 1.7 trilhões de galões de água potável por ano, globalmente, até 2027" (Hao, 2025, p. 277)

É bastante difícil, no entanto, saber com precisão os custos de água ou de energia dos *data centers*: o que se pode afirmar é que eles são intensos e bastante significativos. As *big techs* escondem, como podem, o caráter espacializado de sua indústria. Enquanto seu marketing fomenta o espetáculo total de uma internet quase mágica, no ar, limpa e sem qualquer espacialidade, as *big techs* ocultam os próprios dados de consumo de água, de energia e todas as suas consequências ambientais. Elas costumam se valer da ideia de um mundo em que tudo deve estar disponível e livre na condição de informação, desde que essa informação não seja de seus próprios mecanismos internos: as *big techs* escondem os dados de seus próprios impactos através da adoção de políticas de confidencialidade e extremo sigilo em torno de suas operações, tratando-as como segredo industrial.

Uma cidade no oeste dos Estados Unidos, The Dalles, situada no estado do Oregon, precisou travar uma batalha judicial com a Google por cerca de treze meses para obter alguma informação sobre o consumo de água de seus *data centers*, enquanto a empresa lutava para manter os dados em segredo. Passando há anos por uma seca que preocupava agricultores, moradores e povos indígenas que vivem da pesca, após ganhar a disputa, os habitantes de The Dalles descobriram que o consumo de água dos *data centers* triplicou num período de cinco anos, entre 2017 e 2022. Com expectativa de manter o crescimento do consumo com a construção de dois novos *data centers*, somente os *data centers* da Google foram responsáveis por cerca de 30% de todo o consumo de água de The Dalles em 2022, ano da resolução da disputa judicial: ou seja, praticamente um terço de toda a água consumida na cidade[11].

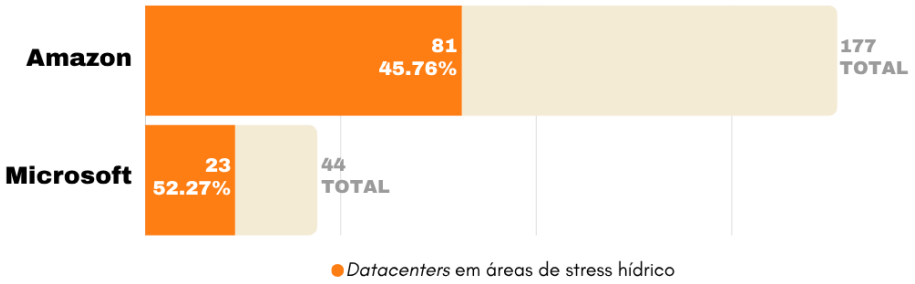
Enquanto a OpenAI treinava o GPT-4 em Iowa, nos Estados Unidos, o estado estava há dois anos em uma situação de seca; em um único mês de treinamento (que durou 3 meses), os data centers consumiram 6% da água de todo o distrito (Hao, 2025, p. 280). Já no Arizona, outra área de concentração de data centers, um estudo da *Nature Climate Change* mostrou que o estado, juntamente com todo o sudoeste dos Estados Unidos, enfrentava sua maior crise hídrica em mais de mil anos – a seca reduziu sensivelmente o nível do rio Colorado e, sem uma ação drástica, poderia interromper o seu fluxo (Hao, 2025, p. 281). Em 2023, a área metropolitana de Phoenix, capital do mesmo estado, bateu múltiplos recordes de temperatura, alcançando mais de 600 mortes por causas relacionadas ao calor naquele ano (Hao, 2025, p. 281).

Somente nos Estados Unidos, o número total de *data centers* cresceu cerca de quatro vezes entre o ano de 2010 (311) o os dias atuais (1.240)[12]. Atraídos por isenções fiscais, terra e energia mais baratas, do número total de instalações no país, "mais de 43% dos data centers, geralmente os maiores, estão localizados em áreas de stress hídrico alto ou extremo. Isso é bastante chocante, já que *data centers* exigem uma grande quantidade de água potável para resfriar seus servidores"[13], afirma Hannah Berkler, jornalista e investigadora da Business Insider que mapeou os *data centers* dos Estados Unidos. Levando em conta apenas as duas maiores empresas detentoras de *data centers*,

[10] BBC News. *A água potável 'perdida' em data centers de Inteligência Artificial*. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=JS-PRom-dpA . Acesso em: 28 set. 2025
[11] The Oregonian. *Google's water use is soaring in The Dalles, records show, with two more data centers to come.* Disponível em: https://www.oregonlive.com/silicon-forest/2022./12/googles-water-use-is-soaring-in-the-dalles-records-show-with-two-more-data-centers-to-come.html. Acesso em: 28 set. 2025
[12] Business Insider. *Exposing The Dark Side of America's AI Data Center Explosion*. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=t-8TDOFqkQA. Acesso em: 28 set. 2025
[13] Ibidem.

nos Estados Unidos, mais da metade dos datacenters da Microsoft e quase metade dos da Amazon estão localizados em áreas de stress hídrico.

Gráfico 2 – Data centers em áreas de stress hídrico, Estados Unidos (2025)



Fonte: Concebido pelo autor com base em dados do Business Insider, 2025.

Na América Latina, três cidades já estão entre as 50 que mais destinam eletricidade para *data centers* no mundo: Querétaro, no México, com capacidade de 150 MW; São Paulo, no Brasil, com 122 MW de capacidade e Santiago, no Chile, com 61 MW – esses números, no entanto, estão em constante mudança. No que tange aos custos de água, a região de Querétaro sofre com stress hídrico desde 2008: o governo anunciou um racionamento de água em que algumas famílias só tem acesso à água a cada 3 dias. A cidade viveu sua pior seca do século em 2024, quando 14,8% da população deixou de ter acesso constante à água potável. No caso do Brasil, metade de todos os data centers do país estão concentrados no estado de São Paulo, principalmente na região de Campinas: a região já enfrentou inúmeras crises hídricas – a principal delas entre os anos de 2014 e 2015[14]. Em Santiago, a Google teve de suspender um projeto de 200 milhões de dólares de construção de *data centers*: enfrentando secas persistentes no país, em 2024, o tribunal chileno revogou a autorização para a implementação das estruturas do Google, sobretudo por preocupações com o uso intensivo de água.[15]

Um dos fatores que fazem aumentar o desempenho dos *data centers* de nuvem é a proximidade geográfica dos locais para os quais os serviços serão oferecidos. Quanto maior a proximidade geográfica entre a localização de um *data center* de nuvem e os usuários finais, menor tende a ser a latência. A latência é o tempo de resposta entre um comando dado pelo usuário – por exemplo, de seu computador ou de seu celular – e a resposta do servidor. A proximidade geográfica dos *data centers* de nuvem diminui o *delay* e, portanto, aumenta o desempenho em serviços online que precisam de resposta imediata, como, por exemplo, jogos online, movimentações financeiras, transmissões ao vivo ou reuniões remotas. Por conta disso, mesmo com seus impactos ambientais significativos – ainda que menores que os impactos dos datacenters de treinamento de IA –, a maioria dos data centers de nuvem, de menor escala, ainda estão concentrados no Norte global, sobretudo nos Estados Unidos.

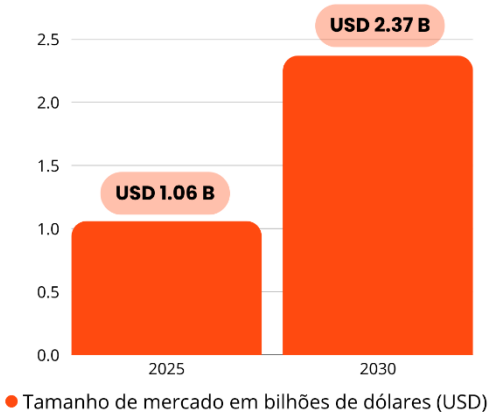
[14] Pública. *Data centers se escondem por trás de "segredo industrial" e acordos de confidencialidade*. Disponível em: https://apublica.org/2025/09/data-centers-se-escondem-por-tras-de-segredo-industrial-e-acordos-de-confidencialidade/. Acesso em: 29 set. 2025

[15] PBS. *Google to pause plans for big data center in Chile over water worries*. Disponível em: https://www.pbs.org/newshour/world/google-to-pause-plans-for-big-data-center-in-chile-over-water-worries. Acesso em: 29 set. 2025

Sem depender de proximidade geográfica e com impactos ambientais muito maiores, a tendência é de que esse panorama mude com relação aos *data centers* de treinamento de IA. Embora as empresas estadunidenses detenham o domínio do mercado global, hoje, quase 60% dos *data centers* de hiperescala (1.244), normalmente utilizados para treinamento de IA, já estão fora dos Estados Unidos, segundo dados do Synergy Research Group[16]. Nos últimos anos, tanto nos Estados Unidos quanto na Europa, crescem as críticas públicas e a resistência local à construção de novos *data centers*. Em consequência disso, é possível observar o endurecimento das legislações e dos processos de licenciamento que passam a requerer exigências ambientais mais rigorosas ou, até mesmo, a suspensão da construção de novos data centers de hiperescala, como no caso da Holanda[17] e da Irlanda[18].

Em movimentação mais recente, por conta disso, as *big techs* começam a direcionar sua atenção para a construção de data centers de IA no Sul global. A tendência é que as *big techs* desloquem os custos ambientais para países com regulação mais flexível, isenções fiscais e matriz energética mais barata. O uso de energia renovável no Sul global ainda alimenta o marketing de *greenwashing*[19] das *big techs*: elas promovem a ideia de uma IA e uma internet limpas, preocupadas com um crescimento "sustentável" e ecologicamente correto, mesmo que empresas como a Google, por exemplo, tenha aumentado em aproximadamente 50% suas emissões de gases de efeito estufa nos últimos cinco anos, justamente pelo seu investimento em *data centers* de IA[20]. Evidenciando essa tendência, o tamanho atual do mercado de *data centers* de IA na América do Sul é de 1,06 bilhão de dólares americanos, com expectativa de crescimento anual de 17,33% até 2030 (Mordor Intelligence, 2025).

Gráfico 3 - Tamanho e expectativa de mercado de *data centers* de IA na América do Sul em dólares (2025-2030)



Fonte: Mordor Intelligence, 2025. Adaptado pelo autor.

16 The New York Times. *AI Data centers create fury from Mexico to Ireland*. Disponível em: https://www.nytimes.com/2025/10/20/technology/ai-data-center-backlash-mexico-ireland.html. Acesso em: 28 set. 2025

17 Dutch news. Dutch call a halt to new massive data centres, while rules are worked out. Disponível em: https://www.dutchnews.nl/2022/02/dutch-call-a-halt-to-new-massive-data-centres-while-rules-are-worked-out/ Acesso em: 28 set. 2025

18 The Irish Times. *Data centres Q&A: How big a drain are they on Ireland's energy grid?* Disponível em: https://www.irishtimes.com/environment/2023/06/13/data-centres-qa-how-big-a-drain-are-they-on-irelands-energy-grid/. Acesso em: 28 set. 2025

19 *Greenwashing* é uma estratégia de marketing em que empresas promovem produtos, serviços ou a si mesmas como mais ecológicas e ambientalmente responsáveis do que realmente são, sem, de fato, cumprir critérios reais de responsabilidade ou implementar mudanças significativas.

20 The Guardian. *Google's emissions climb nearly 50% in five years due to AI energy demand.* Disponível em: https://www.theguardian.com/technology/article/2024/jul/02/google-ai-emissions. Acesso em: 28 set. 2025

Nesse contexto, o Brasil passa a ser visto, inclusive em relatórios para investidores[21], como um dos principais destinos para a construção de *data centers* de IA na América Latina. Se nos Estados Unidos praticamente metade dos data centers da Amazon e da Microsoft estão em áreas de stress hídrico, no Brasil, o Nordeste desponta como um dos principais destinos para esse tipo de empreendimento[22]. A Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará autorizou, recentemente, um data center em Caucaia a consumir um volume sete vezes maior de água do que foi previsto no licenciamento ambiental, passando de 19,7 mil litros para 144 mil litros diários de consumo[23].

A previsão é a construção de pelo menos quatro *data centers* de hiperescala, no país, nos próximos anos[24]. O Rio de Janeiro, por exemplo, através do projeto *Rio AI City*, anunciou o plano de ser o maior complexo de *data centers* da América Latina até 2032[25]: a expectativa é criar um conglomerado de data centers na zona oeste com capacidade energética de até 3,2 gigawatts de computação[26]. Caso essa capacidade máxima venha a ser efetivamente utilizada, o consumo elétrico desse complexo seria equivalente ao de aproximadamente 13.422.414 residências do Sudeste, considerando a média regional de consumo de 174,7 kwh/mês (EPE, 2024). Esse valor corresponde a mais que o dobro do consumo do total de domicílios existentes no estado do Rio de Janeiro [6.152.051 residências (IBGE, 2022)].

Países do Sul global têm sido atraídos pelo discurso do avanço tecnológico de suas regiões e pela promessa de empregos gerados pelos *data centers* de IA. Os benefícios da instalação de *data centers* estrangeiros em território nacional, no entanto, são pouco claros. A realidade mostra que é necessária muita gente para construir os *data centers*, mas poucas para mantê-los em operação: em Abilene, no Texas, a construção de um *data center* de IA de 93 mil metros quadrados empregava cerca de 1.500 pessoas; concluídos os meses de construção, a estrutura do *data center*, praticamente automatizada, demandará por volta de cem pessoas trabalhando[27]. Mesmo os maiores datacenters dos Estados Unidos empregam menos de 150 pessoas; alguns deles empregam cerca de 25 funcionários[28].

No Brasil, todo o conjunto de data centers de nuvem da Microsoft – que, à princípio, empregaria mais pessoas que data centers de IA – emprega apenas 54 funcionários (Microsoft, 2024). Apesar de gerar uma quantidade significativa de empregos temporários durante os meses necessários para sua construção, a altíssima automação dos datacenters de IA costuma admitir apenas uma ou duas centenas de trabalhadores: "os *data centers* ganharam a triste reputação de criar o menor número de

21 BTG Pactual. *A grande demanda por Data Centers está chegando à América do Sul?* Disponível em: https://content.btgpactual.com/research/files/file/pt-BR/2025-09-05T133847.617_Data_centers.pdf. Acesso em: 30 set. 2025

22 Le Monde Diplomatique Brasil. Filho, Lauro Accioly. *Data Centers: As big techs cobiçam o Nordeste.* Disponível em: https://outraspalavras.net/outrasmidias/data-centers-as-big-techs-cobicam-o-nordeste/. Acesso em: 30 set. 2025

23 Intercept. *Ceará autoriza data center do TikTok a usar sete vezes mais água do que o previsto no licenciamento ambiental.* Disponível em: https://www.intercept.com.br/2025/11/27/ceara-autoriza-data-center-tiktok-sete-vezes-mais-agua-licenciamento/. Acesso em: 30 set. 2025

24 G1. *Primeiros data centers de IA no Brasil podem consumir mesma energia de 16 milhões de casas; conheça os projetos.* Disponível em: https://g1.globo.com/inovacao/noticia/2025/08/03/primeiros-data-centers-de-ia-no-brasil-podem-consumir-mesma-energia-de-16-milhoes-de-casas-conheca-os-projetos.ghtml. Acesso em: 30 set. 2025

25 Data center dynamics. *Rio de Janeiro set to host Latin America's largest data center campus. Disponível em:* https://www.datacenterdynamics.com/en/news/rio-de-janeiro-set-to-host-latin-americas-largest-data-center-campus/

26 G1. *'Rio AI City': saiba mais sobre o projeto que prevê investimento de US$ 65 bilhões em data centers e será protagonista no RIW*. Disponível em: https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2025/08/11/rio-ai-city-saiba-mais-sobre-o-projeto-que-sera-protagonista-no-riw.ghtml. Acesso em: 30 set. 2025

27 The Wall Street Journal. *The AI Data-Center Boom Is a Job-Creation Bust.* Disponível em: https://www.wsj.com/tech/ai-data-center-job-creation-48038b67. Acesso em: 30 set. 2025

28 Business Insider. *Exposing The Dark Side of America's AI Data Center Explosion*. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=t-8TDOFqkQA. Acesso em: 30 set. 2025

empregos por metro quadrado em suas instalações", afirma John Johnson, executivo-chefe da operadora de *data center* Patmos Hosting[29]. Os escassos empregos gerados ainda exigem alta qualificação técnica – engenheiros de rede, técnicos de manutenção, especialistas em resfriamento –, normalmente absorvendo pouca mão de obra local.

O que permanece, posteriormente, são os elevados custos ambientais: pressão hídrica, sobrecarga na rede elétrica e aumento no custo de água e energia para os residentes, já que uma fatia expressiva desses recursos é redirecionada para alimentar a computação. Apoiadas num discurso de inovação tecnológica local, as *big techs* deslocam os custos ambientais mantendo o controle total sobre seus *hardwares*, *softwares*, sobre os dados e seus modelos de linguagem. Aproximadamente 63% de todo o mercado de infraestrutura em nuvem, incluindo *data centers*, é dominado por três empresas estadunidenses: Amazon (30%), Microsoft (20%) e Google (13%)[30].

Os dados podem ser processados localmente, no Sul global, mas os resultados e lucros da IA enquanto produto permanecem sob jurisdição e propriedade estrangeira. Os rejeitos do treinamento de IA são coletivizados enquanto as *big techs* concentram os lucros e a propriedade intelectual sobre os modelos de linguagem, os dados e os algoritmos – de uma forma ou de outra, reduzem o "Sul global a mero território de mineração extrativista de dados informacionais" (Faustino e Lippold, 2023, p. 81). A tendência mais recente é de que os países do Sul global passem a fornecer cada vez mais os recursos naturais, a energia e a ampla extensão de terra exigidos para a sustentação da computação que o treinamento de IA exige.

A mineração, porém, não é apenas de dados. Por mais que os dados aparentem ser imateriais e toda movimentação da internet pareça se dar num ambiente etéreo e descolado de qualquer espacialidade, todo aplicativo, toda plataforma, toda transmissão ou transação online precisa de um suporte material para ser executado. Sendo assim, "os softwares necessitam do hardware, que é produzido com matérias-primas como o ouro indígena brasileiro, a columbita e a tantalita (coltan) congolesas e o lítio boliviano" (Faustino e Lippold, 2023, p. 12).

Isso fica ainda mais evidente com a acelerada demanda global por terras raras: conjunto de 17 elementos químicos essenciais para o funcionamento de diversos produtos da indústria de alta tecnologia, como, por exemplo, smartphones, fibra óptica, câmeras digitais, LEDs, HD's, processadores, turbinas eólicas que alimentam a energia dos *data centers*, dentre muitos outros. Na mineração e no processamento desses minerais críticos, uma quantidade enorme de terra que precisa ser movimentada: para cada 1 tonelada de minerais de terras raras, são geradas cerca de 2.000 toneladas de resíduos, dentre lama, poeira, águas residuais e rejeitos tóxicos[31].

A demanda global por minerais de terras raras aumentou cerca de 17% num período de quatro anos, entre 2021 e 2024, e a expectativa é de um crescimento de aproximadamente 65% até 2040 (IEA, 2025, p. 162). Dados apresentados pelo Ministério de Minas e Energia apontam que o Brasil tem a segunda maior reserva de terras raras do mundo (23,1%), ficando atrás somente da China (Senado, 2025). O atual domínio chinês tanto da extração como do refino de terras raras (IEA, 2025, p. 162) faz com que países como os Estados Unidos, mais recentemente, pressionem o Brasil por acordos para o acesso e a aquisição desses minerais estratégicos (gráfico 4 e 5).

[29] Ibidem.
[30] Statista. The Big Three Stay Ahead in Ever-Growing Cloud Market. Disponível em: https://www.statista.com/chart/18819/worldwide-market-share-of-leading-cloud-infrastructure-service-providers/. Acesso em: 30 set. 2025
[31] Harvard International Review. Nayar, Jaya. Not So "Green" Technology: The Complicated Legacy of Rare Earth Mining. Disponível em: https://hir.harvard.edu/not-so-green-technology-the-complicated-legacy-of-rare-earth-mining/. Acesso em: 30 set. 2025

Gráfico 4 – Principais produtores de minerais de terras raras

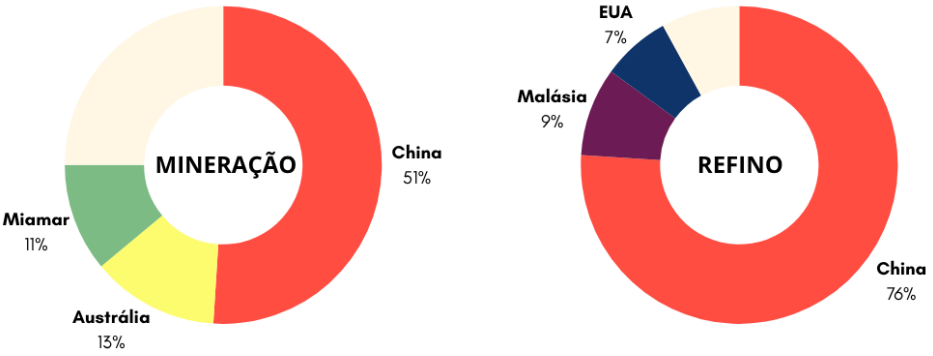
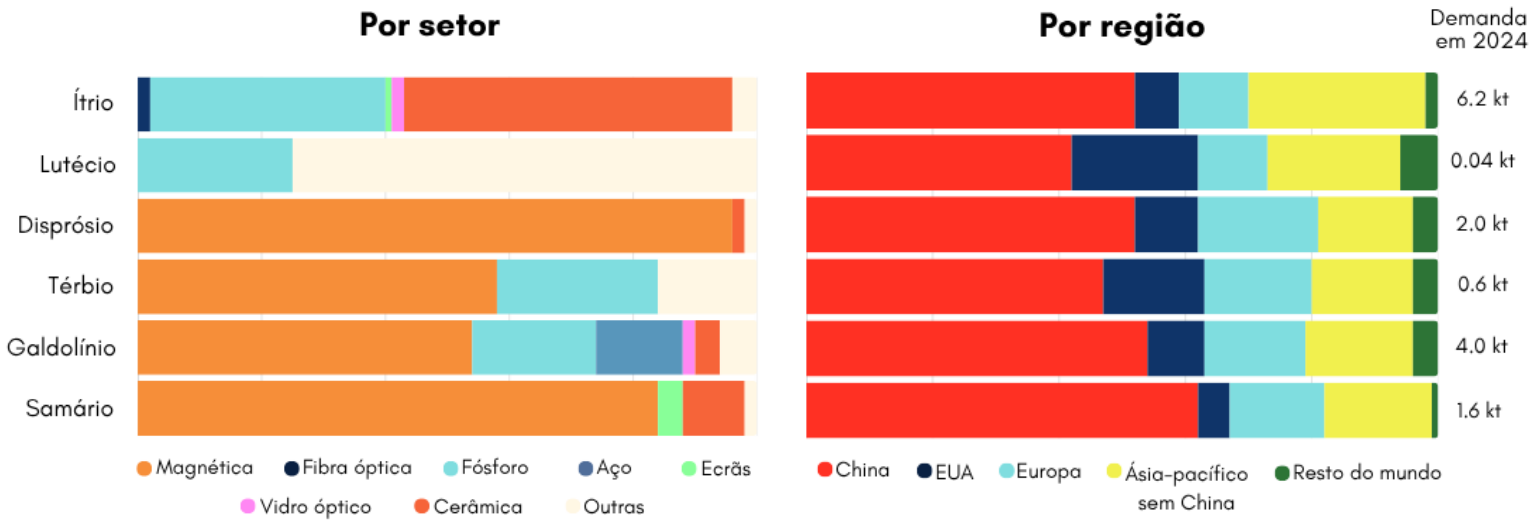


Gráfico 5 - Demanda por elementos de terras raras sujeitos a controles de exportação por setor e região (2024)



Fonte: Adaptado pelo autor com base em dados do IEA – International Energy Agency, 2025.

Inúmeras outras questões surgem com o progressivo crescimento da construção de data centers de hiperescala para IA: poluição sonora[32] ininterrupta em bairros residenciais – "todos os equipamentos juntos criam uma cacofonia de zumbidos, ruídos e estalos que podem ser ouvidos a quilômetros de distância, especialmente em comunidades subdesenvolvidas, vinte e quatro horas por dia, criando uma fonte implacável e perturbadora de poluição sonora" (Hao, 2025, p. 275); a homogeneidade de perfil das pessoas (geralmente homens brancos) construindo e moldando uma tecnologia tão decisiva e impactante (Hao, 2025, p. 53); o crescimento do solucionismo tecnológico

[32] Para mais informações sobre poluição sonora de datacenters em bairros residenciais dos Estados Unidos, acessar o documentário da Business Insider, *Exposing The Dark Side of America's AI Data Center Explosion* (2025), disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=t-8TDOFqkQA&t=166s. Acesso em: 30 set. 2025

e a expectativa de que todos os problemas humanos serão resolvidos à medida de que se disponibilize mais data centers e mais capacidade de computação para a IA; violações massivas de privacidade e uso de dados de usuários com fins lucrativos; ou ainda outras questões ambientais, como "empresas adiando a desativação de usinas termelétricas de gás e carvão e a transição para energias renováveis" (Hao, 2025, p. 275) por conta da alta demanda de energia exigida pelo treinamento, resfriamento e processamento da inteligência artificial.

Indo para além da própria construção de *data centers*, para que os próprios modelos de linguagem de IA como ChatGPT, por exemplo, pudessem se tornar um produto, o conteúdo tóxico, racista, sexista e violento gerado pela inteligência artificial teve de ser moderado e filtrado por trabalhadores humanos invisibilizados e precarizados no Sul global, em países como Quênia e Colômbia (Hao, 2025, p. 15). "À medida que a OpenAI se preparava para implantar suas tecnologias de forma mais ampla, ter um produto completamente sem filtros poderia se revelar problemático a longo prazo do ponto de vista jurídico, de relações públicas e de usabilidade" (Hao, 2025, p. 189).

A empresa bilionária criadora do ChatGPT, OpenAI, teria pago entre US$ 1,32 e US$ 2 por hora para que trabalhadores quenianos terceirizados filtrassem esse tipo de conteúdo sensível[33]. Antes de ser lançada como um produto, a IA precisou ser treinada por humanos para reconhecer quando um certo tipo de conteúdo pode ser reproduzido ou não; nesse processo, "os novos impérios [da IA] exploram o trabalho de pessoas globalmente para limpar, organizar e preparar os dados, convertendo-os em tecnologias de IA lucrativas" (Hao, 2025, p. 17). Para que esse treinamento fosse realizado,

> a OpenAI enviou dezenas de milhares de trechos de texto para uma empresa de terceirização no Quênia, a partir de novembro de 2021. Grande parte desse texto parecia ter sido extraído dos recantos mais obscuros da internet. Alguns descreviam situações em detalhes gráficos, como abuso sexual infantil, bestialidade, assassinato, suicídio, tortura, automutilação e incesto.[34]

Em jornadas de até 18 horas diárias, a queniana Joan Kinyua descreve as fotos que recebia em seu trabalho de treinamento de IA, em que ela ensinava a máquina a distinguir cada conteúdo:

> essas fotos, elas não eram fotos convencionais. Havia fotos de mulheres nuas, pessoas em cassinos apostando... E daí eu tinha que categorizar: "pornografia" ou "cassinos"? [...] Havia violência, sangue... Eu comecei a sentir ansiedade. Depois de ir à terapia, então foi aí que provavelmente eu percebi que aquele conteúdo ao qual eu estava sendo exposta me afetava num ponto que eu nem sequer sabia.[35]

Em entrevista, outra mulher queniana que preferiu manter o anonimato descreve o tipo de conteúdo que recebia em seu trabalho de treinamento de texto de modelos de linguagem de IA:

> no início, era tudo divertido. [...] Você deveria conversar com o *chatbot*, assim: "me diga como preparar um chá, como limpar a casa", esse tipo de coisa. [Depois], ele lhe fará uma pergunta: "descreva canibalismo". Você tem que se colocar no lugar do *chatbot* e conversar com ele, no tópico que foi dado a você. [...] Ele diz pra você: "me explique: qual o sabor da carne humana? Você pode ferver, você pode fritar carne humana?" Eu não sei, você tem que explicar: "como corpos são mutilados? Como posso matar? Como posso remover a pele?"[36]

[33] Time. *OpenAI used Kenyan workers on less than $2 per hour to make ChatGPT less toxic*. Disponível em: https://time.com/6247678/openai-chatgpt-kenya-workers/. Acesso em: 1 out. 2025
[34] *Ibidem*.
[35] DW Documentary. *How big AI companies exploit data workers in Kenya.* Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=ehkECk2KJjY. Acesso em: 1 out. 2025
[36] Ibidem.

As máquinas não têm nenhum compasso moral para determinar o que pode ou não ser reproduzido. Elas não entendem as coisas do modo que os humanos costumam entender, explica Aljoscha Burchardt, especialista em modelos de linguagem:

> para nós humanos, é absolutamente evidente. Eu tenho uma filha de 11 anos. Ela não sabe nada sobre canibalismo – eu presumo. Para ela, eu poderia explicar, imagino que em cinco a dez minutos do que se trata. E a partir daí ela vai saber quando é "ok" falar sobre isso e quando é proibido, quando não é "ok" falar. No entanto, para as máquinas você deve dar exemplos. [...] É tudo sobre contexto: existem contextos em que você quer falar sobre canibalismo, quando você fala sobre situações de guerra, mas você não quer falar de canibalismo no conjunto de tópicos de receitas culinárias. E esse é o ponto crítico onde essas pessoas de quem estamos falando [trabalhadores] entram em cena: elas devem alimentar o *chatbot* com esses exemplos, tratando-os como "exemplos negativos".[37]

A natureza traumática e insalubre desse tipo de trabalho contrasta com os ambientes super esterilizados e climatizados dos *data centers* e dos escritórios do Vale do Silício. Através desse modus operandi, "as gigantes e os unicórnios da tecnologia estão construindo suas valorizações extravagantes não apenas com engenheiros que recebem salários de seis dígitos em escritórios modernos. Também foram essenciais os trabalhadores, muitas vezes no Sul Global, que recebiam centavos para analisar cuidadosamente grandes quantidades de dados" (Hao, 2025, p. 193). Se, por um lado, o imaginário da ficção científica projeta um mundo futuro com ameaças advindas de uma inteligência artificial sobre-humana capaz de dominar a humanidade, cabe a nós deslocar o foco analítico para os impactos já amplamente disseminados e observáveis presentes na própria construção desses modelos. A expansão acelerada do monopólio de setores estratégicos e a construção indiscriminada de infraestruturas de larga escala para computação, em si, já trazem impactos suficientes e ainda pouco problematizados, sobretudo no Brasil.

Uma cidade atravessada pela nuvem: plataformização e solucionismo tecnológico

Toda essa gigantesca infraestrutura da computação – com seus *backbones*, data centers, cabos de fibra óptica, antenas, smartphones, softwares, aplicativos etc. – não pode nunca ser resumida a ela mesma. Inclusive, para além da própria infraestrutura, mesmo o que acontece online e digitalmente não se dá num mundo à parte, descolado de toda e qualquer geografia. Não se limitando ao digital, o que ocorre online tende cada vez mais a se espraiar para fora das redes: a "banalização das plataformas digitais como intermediárias das relações socioespaciais" (Tozi, 2023, n.p.) não apenas permeia, mas modifica o nosso cotidiano, as formas de sociabilidade, os fluxos, os lugares e as relações de trabalho, sobretudo no contexto das cidades. Os aplicativos são agentes modeladores, tanto das cidades como das próprias relações sociais. Como vai dizer Ferrari (2008, p. 75),

> dentro das fibras óticas, informações são codificadas em fluxos de *bits* e *bytes*. Fora das fibras, das linhas e dos cabos de transmissão, circulam concretamente enormes quantidades e fluxos de pessoas, motos, contêiners, mercadorias, serviços e tudo o mais gerado por uma intensa cooperação social entre seres humanos e processos de trabalho.

[37] Ibidem.

As cidades, nesse contexto, "são uma escala importante, pois cresceram e se estruturaram como os nós, juntamente com as redes de comunicação, principalmente em países de terceiro mundo, onde a riqueza se concentra nas metrópoles e nas zonas urbanas" (Bertollo, 2019, p. 23). Existe, como aponta Bertollo (2019, p. 22), uma indissociabilidade entre o processo de urbanização e o meio técnico-científico-informacional, sobretudo no Brasil, onde a comunicação e conexão entre os pontos, fundamental e estratégica, foi tradicionalmente centralizada. No país, a centralização de determinadas infraestruturas e redes técnicas, sobretudo nas grandes cidades, faz ainda com que a conexão e a oferta de serviços vinculada à internet seja seletiva. Ela "não atinge igualmente todos os pontos, mas há uma integração seletiva e uma conexão parcial do território" (Bertollo, 2019, p. 17).

Se, conforme apontamos antes, a rua e o espaço público tendem a ser reduzidos ao seu caráter circulatório limitado às dinâmicas da segurança e da divisão do trabalho, a introdução da digitalização reforça uma espécie de *fabricalização da cidade* (Ferrari, 2008). Enquanto os postos de trabalho são enxugados e reduzidos no modelo fabril clássico, toda a malha urbana se torna uma esteira de rolagem para a exploração de trabalho mal pago, sem garantias, e para a logística das mercadorias oferecidas pelas plataformas digitais. As *big techs* pretendem, assim, ofertar os serviços que a cidade falhou em oferecer. Como reforça Faustino e Lippold (2023, p. 74),

> o que Ferrari constatou foi que as atividades logísticas se hipertrofiaram devido às "novas" necessidades de produção e circulação capitalista. O *just in time* foi a máxima que fabricalizou o espaço público urbano e rural ao transformar suas vias de circulação em grandes esteiras produtivas de forma a viabilizar a apropriação do valor em nova escala. Para que o Mercado Livre ou a Amazon, por exemplo, possam entregar suas mercadorias em curto tempo, estas precisam, em primeiro lugar, ser produzidas – pelos já conhecidos processos de exploração do trabalho –, mas, em segundo lugar, precisam estar "disponíveis", em tempo e quantidade, o mais próximo possível dos potenciais compradores. Para viabilizar esse truque, os antigos estoques fordistas foram substituídos pelo movimento, quase contínuo, dessas mercadorias nas esteiras urbanas.

Para as *big techs*, o conhecimento dos ritmos cotidianos é fundamental. O domínio do tempo e do espaço são fatores imprescindíveis para o funcionamento eficiente dos serviços oferecidos pelas plataformas. Medindo minuciosamente os ritmos cotidianos, elas "extraem, armazenam e processam dados, quantificando parte fundamental de nossa vida para melhor mercantilizá-la" (Faustino e Lippold, 2023, p. 95). Aplicativos como Youtube ou Tiktok, por exemplo, contabilizam cada segundo de tempo gasto por vídeo, passando a orientar a entrega de conteúdo de acordo com a rotina de uso diário e o tempo máximo de retenção do usuário. A localidade também é importante: conhecendo o posicionamento geográfico de cada usuário em "tempo real", os mesmos aplicativos mostram vídeos de restaurantes ou localidades próximas – também no intuito de maximizar a retenção e a entrega de publicidade microdirecionada.

O conhecimento dos ritmos dita os fluxos e os serviços ofertados: nos aplicativos de transporte e de *delivery*, algoritmos calculam ininterruptamente a melhor rota entre dois pontos, fazendo ajustes e redirecionamentos dinâmicos conforme o tráfego; as plataformas atualizam o georreferenciamento quase instantaneamente, gerenciando os fluxos dos prestadores de serviço e dos clientes; os algoritmos discriminam os preços espacialmente e, analisando diferentes áreas, aplicam preços variáveis conforme o local; as cartografias algorítmicas estabelecem *geofencings*, ou cercamentos geográficos, criando zoneamentos de áreas mais ou menos lucrativas conforme a demanda; também por *geofencing*, áreas como "comunidades, favelas, aglomerados e condomínios de habitação social [...] estão excluídas da área de cobertura das corporações, quando não assinaladas como 'áreas de risco'" (Tozi, 2023, n.p.).

Pela plataformização, os fluxos se modificam: em 2016, o Brasil se torna o segundo país mais rentável para a Uber, atrás apenas dos Estados Unidos (Tozi, 2023, n.p.). Dois anos depois, em 2018, o faturamento da empresa no Brasil já tinha crescido 406% em relação ao ano de 2016, arrecadando perto de um bilhão de dólares em terras brasileiras naquele ano[38]. Ao mesmo tempo, se observa que "a redução do número de passageiros de ônibus nas nove maiores capitais brasileiras foi de 26,1% entre 2013 e 2019" (Tozi, 2023, n.p.). Nos anos seguintes, dados do Anuário da Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU, 2024) revelam que o número de passageiros de ônibus no Brasil sofreu uma queda de 44,1% na última década – redução também agravada pela pandemia e pelo *home office*.

As consequências da plataformização nas cidades são amplas, envolvendo diversos aplicativos e setores diferentes:

> a otimização da Uber em busca dos motoristas mais rápidos em pegar passageiros deu um jeito de excluir os direitos trabalhistas do mercado mundial de transporte por aplicativo. A otimização do Airbnb com a renda de aluguéis de curto prazo deixou a habitação de longo prazo mais escassa e mais cara. As redes sociais, ao otimizarem quantos usuários conseguiam atrair e por quanto tempo manteriam, podem ter tido mais impacto do que todas as outras empresas. (Fisher, 2023, p. 156)

No que tange às próprias construções urbanas, aplicativos de *delivery*, por sua vez, têm fomentado o crescimento de *dark kitchens* e *dark stores* (Tozi, 2023, n.p.): cozinhas industriais e mercados de pequena e larga escala voltados de costas para a rua e focados apenas na entrega. Fechados em si mesmos, esses locais mantêm pouca ou nenhuma relação com o entorno, exceto pelo fluxo de entregadores em suas motos, bicicletas e automóveis. Assim como os data centers, as *dark stores* e *dark kitchens* têm ares de fortaleza: os pedestres não conseguem acessar esses locais com o corpo e, por conta disso, algumas formas de sociabilidade urbanas são restringidas. Dessa maneira, elas tendem a reduzir a urbanidade do urbano e a favorecer o esvaziamento do entorno. Funcionando como "centros de distribuição" de mercadoria, as *dark kitchens* e *dark stores* reduzem a cidade à "função de entreposto" (Tozi, 2023, n.p.).

Alguns aplicativos de *delivery* não se limitam ao papel de atravessadores: empresas como *Ifood* e *Rappi* possuem *dark stores* próprias e, controlando o ritmo, se valem da comodidade e de serviços de entrega expressa em poucos minutos. Instaladas nos bairros, as *dark stores* de empresas bilionárias focam e afetam diretamente

> os estabelecimentos do circuito inferior da economia urbana, conforme proposta por Santos (1975). A demanda por itens menores, de última hora, ou daquilo que não foi comprado no supermercado tradicional é costumeiramente suprida pelo pequeno comércio de bairro: o armazém, a "vendinha" e o "mercadinho". As formas de organização dos pequenos são "vampirizadas" pelas plataformas digitais, que passam a oferecer a entrega desses itens banais. (Tozi, 2023, n.p.)

Somado aos diversos efeitos da plataformização e da hipercomunicação digital nas cidades, entra cada vez mais em voga no discurso do planejamento urbano o termo *smart city* (Baitz, 2023, p. 309): cidade inteligente ou *cidade responsiva*, como prefere Baitz (2023, p. 310). Através desse ideário, a cidade é pensada sobretudo do ponto de vista da logística e da gestão tecnológica, enquanto o *cidadão* é reduzido a mero *usuário* que nunca pode se apropriar plenamente da tecnologia, já que ela

[38] Exame. *Os números secretos da Uber: US$ 1 bi no Brasil, US$ 11 bi no mundo*. Disponível em: https://exame.com/negocios/os-numeros-secretos-da-uber-us-1-bi-no-brasil-us-11-bi-no-mundo/. Acesso em: 1 out. 2025

é pré-estabelecida e delimitada anteriormente pelas empresas (Baitz, 2023, p. 324-325). Os algoritmos, por sua vez, não *criam* nada de novo no planejamento urbano, mas *reproduzem* o que já está aí, se baseando na ampla gama de dados já existentes: sendo assim, eles tendem a perpetuar o presente (Baitz, 2023, p. 329).

A *smart city*, se apoiando num pensamento computacional, reforça uma espécie de solucionismo tecnológico: presume-se, equivocadamente, que todos os problemas da cidade estarão resolvidos quando tudo estiver disponível em forma de dados e informação. A *smart city*, portanto, é uma espécie de *dataísmo*[39] do planejamento urbano. Como diz Bridle (2019, p. 12), "o pensamento computacional é uma extensão do que outros chamam de solucionismo: a crença de que qualquer problema se resolve quando se aplica computação [...]. Ele internaliza o solucionismo a tal nível que é impossível pensar ou articular o mundo em termos que não sejam computáveis".

Conclusão

Sustentando toda essa infraestrutura, os aplicativos, tal qual estão desenhados hoje – em que a métrica única é a retenção da atenção do usuário a qualquer custo –, são apresentados pelas *big techs* como oportunidades incontestáveis de inovação e desenvolvimento. As relações sociais que se dão digitalmente, hoje, passam pelo filtro dessa mesma métrica. Longe de se darem num lugar etéreo e separado do mundo, elas também extrapolam o domínio das redes – influenciam as relações urbanas, quem habilitamos ou não como um possível interlocutor.

Existe hoje uma ideia dominante, mesmo entre pesquisadores, de que a digitalização, as redes sociais e os aplicativos trouxeram consigo uma "eliminação das distâncias". Removidos os entraves espaciais, é como se o espaço – e a própria geografia – perdesse relevância quando nos comunicamos ou tratamos de digitalização e plataformas digitais. Enquanto geógrafos, portanto, devemos sempre nos perguntar se as distâncias são, de fato, eliminadas; se o espaço perde a relevância ou se, intencionalmente, os impactos espacializados da indústria da computação são escamoteados.

O Estado, atualmente, tem um papel central neste contexto, sendo um dos principais mediadores entre as *big techs*, a instalação e a fixação de infraestruturas tecnológicas – *data centers*, *backbones* etc. – em território nacional. Diante dos muitos impactos já mencionados ao longo do texto, se os benefícios da instalação de infraestruturas estrangeiras em território nacional são pouco evidentes, o Estado deve se colocar como um agente na busca por soberania digital. A localização dessas infraestruturas também precisa ser objeto de estudo detalhado e observação rigorosa; por meio de exigências regulatórias, o Estado deve exigir, além disso, a disponibilização dos dados de consumo de água, energia e demais informações que ajudem na fiscalização e na compreensão dos impactos ocasionados por essas infraestruturas de tecnologia.

A luta por outras métricas dentro das próprias plataformas já existentes também precisa ser apontada como um horizonte. No entanto, como aponta Porto-Gonçalves (2013, p. 76-77), "é interessante considerar que a força da racionalidade instrumental é tão grande, ainda, que a defesa do sistema-técnico-que-aí-está rejeita qualquer crítica como se a crítica à sua técnica fosse, sempre, uma crítica à técnica enquanto tal". Qualquer crítica ao *modus operandi* das *big techs* passa

[39] "Esse fetichismo ou totalitarismo dos dados [...]. O *dataísmo* que acredita que qualquer ideologia pode ser deixada para trás, é em si mesmo uma ideologia: conduz a um *totalitarismo digital*. [O *dataísmo* acredita que] os *big data* devem libertar o conhecimento da arbitrariedade subjetiva. A intuição não representa nenhuma forma de conhecimento superior: ela é algo meramente subjetivo, um recurso que compensa a falta de dados objetivos. [...] Até mesmo a teoria cai sob suspeita de ser ideológica. Quando dados suficientes estiverem disponíveis, a teoria se torna dispensável" (Han, 2023, p. 85).

imediatamente a ser confundida com uma crítica à tecnologia em si. A crítica à sua estrutura e ao seu modelo de negócios – baseado fundamentalmente na extração de dados, no engajamento através do conflito e na métrica de retenção máxima dos usuários – é confundida com uma oposição ao próprio "progresso tecnológico" ou mesmo tomada como uma espécie de saudosismo nostálgico, acompanhado de um desejo de retorno ao passado.

Com o passar dos anos, as empresas de tecnologia foram aprendendo modos cada vez mais refinados e sutis de aumentar o número de usuários e, sobretudo, mantê-los online pela maior quantidade de tempo possível. Todo o seu modelo de mercado se baseia nisso. Embora estar ou não nas redes pareça ser uma opção, as empresas mais ricas do mundo gastam bilhões anualmente para que a margem de escolha seja cada vez menor. Se as *big techs* escondem a todo custo a espacialidade de sua computação, a função do geógrafo talvez seja dar concretude ao que se pretende esconder. Mais que tudo, é necessário que a comunicação em rede não se torne um espetáculo; não nos faça perder de vista o entorno, a espacialidade, a cidade – o sítio em que agora estamos.

Referências

BAITZ, Ricardo. (2023). Senhas para as cidades inteligentes. In: DAMIANI, Amélia e BAITZ, Ricardo (orgs.) *Atravessando a geografia, Marx, Lefebvre e os Situacionistas* (vol. 2). São Paulo: Editora Tiragem Livre.
BANK OF AMERICA. (2025). *Power Check*: Watt's going on the grid? Disponível em: https://institute.bankofamerica.com/content/dam/transformation/us-electrical-grid.pdf.
BERTOLLO, Mait. (2019). *A capilarização das redes de informação no território brasileiro pelo smartphone*. São Paulo: Tese (Geografia Humana), Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas.
BRIDLE, James. (2019). *A nova idade das trevas*: a tecnologia e o fim do futuro. São Paulo: Todavia.
CLEANBRIDGE. (2025). *Global Data Center Market Report*: Regional Market Overviews, Brazil. Disponível em: https://www.cleanbridge.co/insights/energy-transition/cleanbridge-global-data-center-market-report-2025/regional-market-overviews-gdc2025/brazil-gdc2025/.
EPE. Empresa de Pesquisa Energética. (2024). *Anuário estatístico de energia elétrica*. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/anuario-factsheet-2024.pdf.
FAUSTINO, Deivison; LIPPOLD, Walter. (2023). *Colonialismo digital*: por uma crítica hacker-fanoniana. São Paulo: Boitempo.
FERRARI, Terezinha. (2008). *Fabricalização da cidade e ideologia da circulação.* São Paulo: Coletivo Editorial.
FISHER, Max. (2023). *A máquina do caos*: como as redes sociais reprogramaram nossa mente e nosso mundo. São Paulo: Todavia.
GARAPON, Antoine e LASSÈGUE, Jean. (2021) *Le numérique contre le politique*: crise de l'espace et reconfiguration des médiations cociales. Paris: Presses Universitaires de France.
HALL, Stuart. (2009). *Representation*: Cultural Representations and Signifying Practices. Londres: Sage Publications.
HAN, Byung-Chul. (2018). *No enxame*: perspectivas do digital. Petrópolis: Editora Vozes.
HAN, Byung-Chul. (2019). *Topologia da violência*. Petrópolis: Editora Vozes.
HAN, Byung-Chul. (2021). *Sociedade paliativa*: a dor hoje. Petrópolis: Editora Vozes.
HAN, Byung-Chul. (2022a). *A expulsão do outro*: sociedade, percepção e comunicação hoje. Petrópolis: Editora Vozes.
HAN, Byung-Chul. (2022b). *Não-coisas*: reviravoltas do mundo da vida. Petrópolis: Editora Vozes.
HAN, Byung-Chul. (2022c). *Infocracia*: digitalização e a crise da democracia. Petrópolis: Editora Vozes.
HAN, Byung-Chul. (2023). *Psicopolítica*: o neoliberalismo e as novas técnicas de poder. Belo Horizonte: Editora Âyiné.
HAO, Karen. (2025). *Empire of AI*: Dreams and Nightmares in Sam Altman's OpenAI. New York: Penguin Press.
IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022). *Censo Demográfico 2022*. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html.
INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. (2023). *Energy and AI*: Executive Summary. Disponível em: https://www.iea.org/reports/energy-and-ai/executive-summary.
INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. (2025). *Global Critical Minerals Outlook 2025*. Disponível em: https://iea.blob.core.windows.net/assets/ef5e9b70-3374-4caa-ba9d-19c72253bfc4/GlobalCriticalMineralsOutlook2025.pdf. Disponível em: https://www.iea.org/reports/energy-and-ai/executive-summary.
IVAIN, Gilles. (2003). Formulário para um Novo Urbanismo. In: JACQUES, Paola Berenstein (org.). *Apologia da Deriva*: Escritos Situacionistas Sobre a Cidade. Rio de Janeiro: Casa da Palavra.
LATOUR, Bruno. (2001). *A esperança de Pandora*: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos. Bauru, SP: Edusc.
MICROSOFT. (2024). *Microsoft Datacenters in Brazil*. Disponível em: https://local.microsoft.com/wp-content/uploads/2024/04/Microsoft-datacenters-in-Brazil.pdf.

MORDOR INTELLIGENCE. *South America Artificial Intelligence (AI) Data Center Market Size & Share Analysis* – Growth Trends and Forecast (2025–2030). Disponível em: https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/south-america-artificial-intelligence-ai-data-center-market.
MOROZOV, Evgeny. (2023). *Big Tech*: a ascensão dos dados e a morte da política. São Paulo: Ubu Editora.
MORTON, Timothy. (2013). *Hyperobjects*: Philosophy and Ecology after the End of the World. Estados Unidos: University of Minnesota Press.
NTU. Associação Nacional de Empresas de Transporte de Ônibus. (2025). *Anuário NTU 2024–2025*. Disponível em: https://www.mobilize.org.br/midias/pesquisas/anuario-ntu-2024-2025.pdf.
PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. (2013). *A globalização da natureza e a natureza da globalização*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.
SENADO. (2025). *Debate sobre terras raras aponta necessidade de investimentos*. Agência Senado. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2025/09/17/debate-sobre-terras-raras-aponta-necessidade-de-investimentos.
TELEGEOGRAPHY. (2025). *Submarine Cable Map*. Disponível em: https://www.submarinecablemap.com/.
TOZI, Fábio (org.). (2023). *Plataformas digitais e novas desigualdades socioespaciais*. São Paulo: Editora Max Limonad.