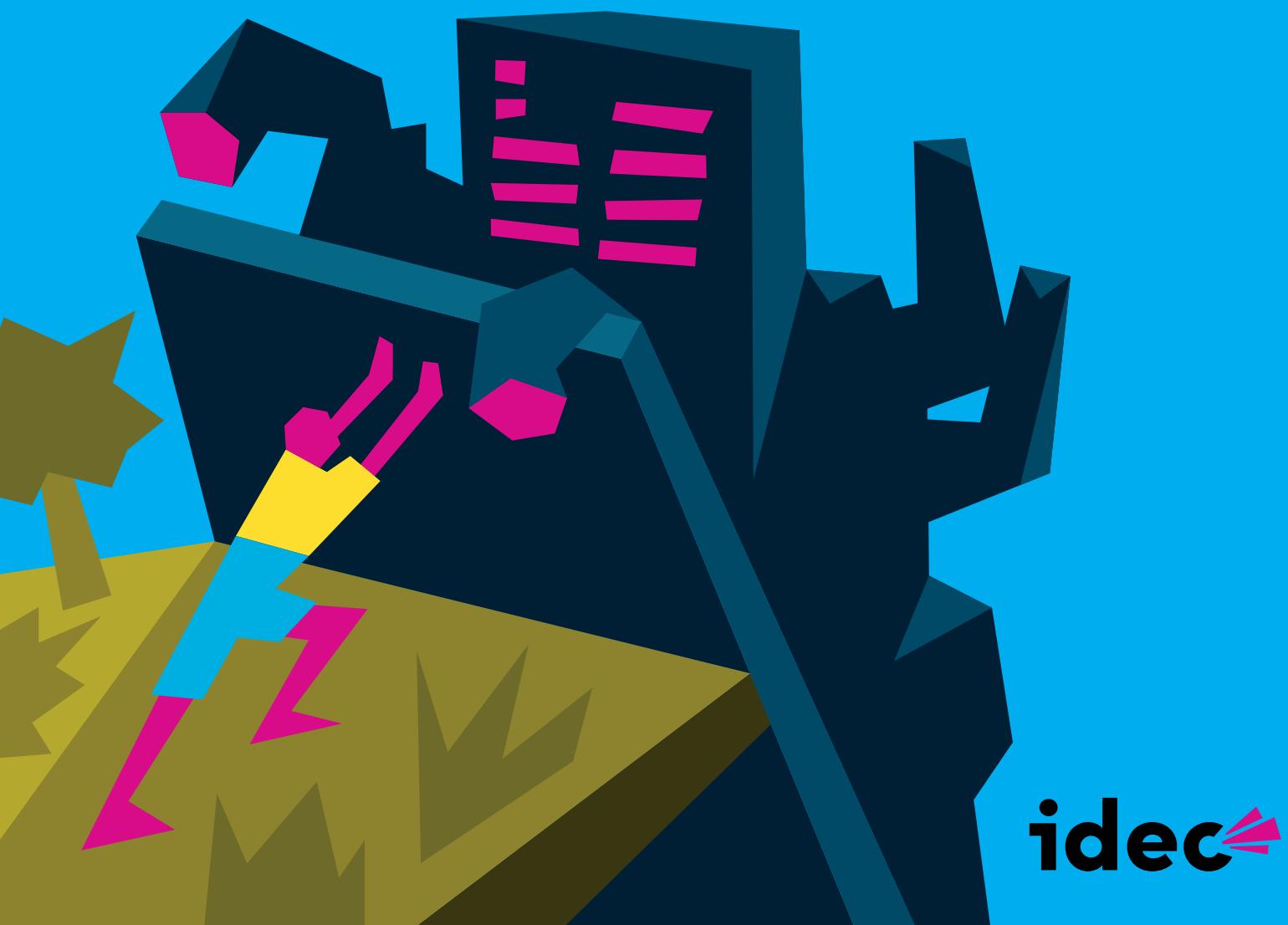


Não somos quintal de data centers:

**um estudo sobre
os impactos
socioambientais
e climáticos dos
data centers na
América Latina**



Não somos quintal de data centers: um estudo sobre os impactos socioambientais e climáticos dos data centers na América Latina¹

¹ O título deste relatório nasce da luta da sociedade civil e de povos e comunidades tradicionais, especialmente o povo indígena Anacé, no município de Caucaia, Ceará, que resiste à instalação de um data center no seu território e o entoa como grito de resistência em defesa da vida, da natureza e da soberania dos povos. O Idec apoia e se soma a essa luta.

Sobre o Idec

Somos uma organização independente que atua há mais de 38 anos na defesa e na promoção dos direitos e interesses das pessoas consumidoras.

Nós denunciamos abusos, pressionamos autoridades, participamos da construção de leis e políticas públicas na busca de relações de consumo justas, saudáveis e sustentáveis em várias áreas, inclusive serviços financeiros e direitos digitais.

E não é só isso. Também nos dedicamos a trazer informações para a população sobre os direitos que temos e as mudanças que precisamos.

Para seguir nessa luta, precisamos do apoio da sociedade. Junte-se a nós e fortaleça este trabalho!

idec.org.br/associe-se

Sobre o programa de consumo responsável e sustentável

O Programa de Consumo Responsável e Sustentável parte da premissa de que os sistemas predominantes de produção e consumo têm se baseado na destruição da natureza e no acirramento das desigualdades e conflitos sociais, comprometendo a saúde planetária e ameaçando a nossa e as futuras gerações. Por meio de uma visão e abordagem sistêmicas, conectando o consumo responsável e sustentável de forma interdisciplinar e a partir de suas questões estruturais, o programa tem por objetivo contribuir para a construção de uma sociedade onde a justiça social caminhe junto da salvaguarda da natureza.

FICHA TÉCNICA

Instituto de Defesa de Consumidores (Idec)

INSTITUCIONAL

Diretoria Executiva

Igor Rodrigues Britto

Gerência de Comunicação e Engajamento

Cláudia Focking

Gerência de Desenvolvimento Organizacional

Marina Nascimento

Gerência Jurídica

Christian Printes

Gerência de Marketing e Relacionamento

Carla Yue

Gerência de Políticas

Renato Barreto

Programa de Consumo Responsável e Sustentável

Julia Catão Dias

Elian Aurélio Nascimento

Karina Pereira Feliciano

Roberta Freire

Analista de Projetos

Leonardo de Angelis Leonardo

Autoria

Damny Laya

Revisão e Contribuições

Julia Catão Dias

Luã Cruz

Elian Aurélio Nascimento

Revisão Jurídica

Tayssa Cristine Rodrigues

Revisão de Texto

Silvia Almeida

Diagramação e ilustrações

Tomas Vannucchi

Rodrigo Chedid

Comunicação, Marketing e Assessoria de Imprensa

Luive Osiano

Jéssika Elizandra

Realização: Instituto de Defesa de Consumidores

Apoio: Luminate



Luminate

O porquê deste estudo?

O presente estudo tem duas finalidades: em primeiro lugar, trazer um panorama atual dos impactos socioambientais e climáticos dos data centers no Brasil e na América Latina e, em segundo lugar, analisar as políticas públicas orientadas à atração e regulação do setor no país. Para alcançar a primeira finalidade, fizemos uma revisão bibliográfica de matérias de jornais, estudos de caso e pesquisas científicas sobre como a indústria dos data centers tem afetado comunidades na América Latina ao se apropriar da água, da energia e do território. Escolhemos quatro casos, de quatro cidades e três países: Quilicura e Cerrillos, no Chile; Querétaro, no México; e Canelones, no Uruguai. Também fizemos uma análise da situação do Brasil na indústria dos data centers — observando os movimentos que têm sido feitos nos últimos anos tanto por parte das indústrias de data center nacionais e multinacionais para desenvolver seus projetos quanto por parte do governo para atrair essas indústrias —, a partir da qual apontamos os riscos, ameaças e oportunidades para construirmos caminhos sustentáveis e soberanos.

Nos casos estudados, percebemos que os data centers estão sendo instalados pelas *big techs* em locais onde elas podem encontrar terra, água e eletricidade baratas, além de padrões ambientais permissivos (McGovern e Brandford, 2024). Isso se traduz em uma escolha estratégica de regiões com legislação mais flexível e onde a atuação de governos e instituições públicas tende a facilitar o acesso a energia, água e territórios para implementação desses empreendimentos. Segundo estudos aqui abordados, esses processos têm sido associados a impactos, tais como, diminuição da qualidade da água e do acesso a ela, e problemas no fornecimento e alto custo da energia nas comunidades locais. A combinação desses fatores — custos reduzidos de operação e regulamentações ambientais menos rígidas — cria um cenário preocupante, especialmente em áreas que já enfrentam escassez hídrica, problemas na distribuição de energia ou conflitos pelo uso da terra, como observamos nos casos estudados.

Essa dinâmica tem sido descrita, por diferentes autores, como um processo em que a indústria de tecnologia frequentemen-

te privilegia a redução de custos em detrimento de considerações socioambientais, instalando suas infraestruturas em territórios vulneráveis onde podem operar com menores restrições (Neilson e Rossiter, 2022). Dita prática vem sendo caracterizada por alguns autores como uma nova fase de capitalismo, que atua como uma extensão do processo de extração global que começou sob o colonialismo histórico e pode ser chamada de “colonialismo de dados” (Couldry e Mejias, 2019). Segundo os autores, existem quatro componentes-chave do colonialismo histórico que possuem semelhanças diretas com o colonialismo de dados: I) a apropriação de recursos; II) a amplificação de relações econômicas e sociais assimétricas para assegurar essa apropriação; III) a distribuição desigual dos recursos apropriados e o valor extraídos deles; e, IV) a propagação de visões de mundo que façam com que a lógica colonialista tenha sentido, por exemplo, o conceito de povos que precisam ser civilizados ou a mais recente, a aquisição de data centers de grandes corporações como expressão de inovação e soberania digital.

A partir dessa perspectiva, analisamos as experiências das comunidades antes mencionadas, que vivenciaram os impactos causados pelos data centers, sentindo na própria carne o que alguns autores vêm chamando de “a nova face do velho extrativismo”, inserida em um contexto em que se reduz o custo e o tempo de transporte global de recursos (dados), através de cabos submarinos transnacionais, e se externalizam os custos na forma de falhas no abastecimento hídrico e elétrico e na degradação da biodiversidade (McGovern e Brandford, 2023).

Nos casos estudados, análises apontam que projetos de grandes empresas de tecnologia, como Google e Microsoft, foram implementados no Sul Global com uma narrativa de inovação e progresso tecnológico. No entanto, conforme apontam esses estudos, os projetos de data centers teriam sido desenvolvidos de forma pouco transparente, sem processos claros de comunicação com as comunidades que seriam impactadas. De acordo com estudos revisados, a implementação desses projetos teria ocorrido em contextos regulatórios frágeis, nos quais autoridades locais e federais acabaram concedendo licenças sem exigências robustas de avaliação e impactos. Tal conjuntura teria permitido o uso intensivo da água, da energia e do solo, visando garantir o funcionamento e a operacionalidade desses empreendimentos, sem que os possíveis impactos socioambientais fossem devidamente avaliados ou discutidos com a sociedade civil. Isso acontece porque, como Ricaurte (2023) pontua, o colonialismo e o neocolonialismo precisam ser entendidos a partir de seus efeitos sobre as relações de poder que atravessam as fronteiras e são reproduzidas por tecnocratas, universidades e governos dentro dos países colonizados. Essas formas de opressão devem ser vistas pelas lentes de seus efeitos sobre os corpos, os afetos e os territórios das populações marginalizadas e multiétnicas. Devemos identificar como as múltiplas dimensões da colonização

estão entrelaçadas e são implantadas como um processo interno, internacional e transnacional que perpetua a exploração, a extinção da alteridade e a diminuição da vida na Terra (Ricaurte, 2023).

Alguns autores citados no presente estudo descrevem as práticas dos grandes *players* do setor dos data centers na América Latina como apresentando traços de colonialismo, na medida em que aparentemente têm gerado impactos significativos na qualidade de vida das comunidades e na garantia dos seus direitos mais básicos, como mostraremos nas próximas páginas. Nesse cenário, a organização da comunidade e movimentos sociais foram fundamentais para combater o avanço dos data centers em algumas ocasiões, retrasando projetos inviáveis e forçando as empresas a revê-los ou a fazer estudos de impactos reais antes de levar adiante esses megaempreendimentos.

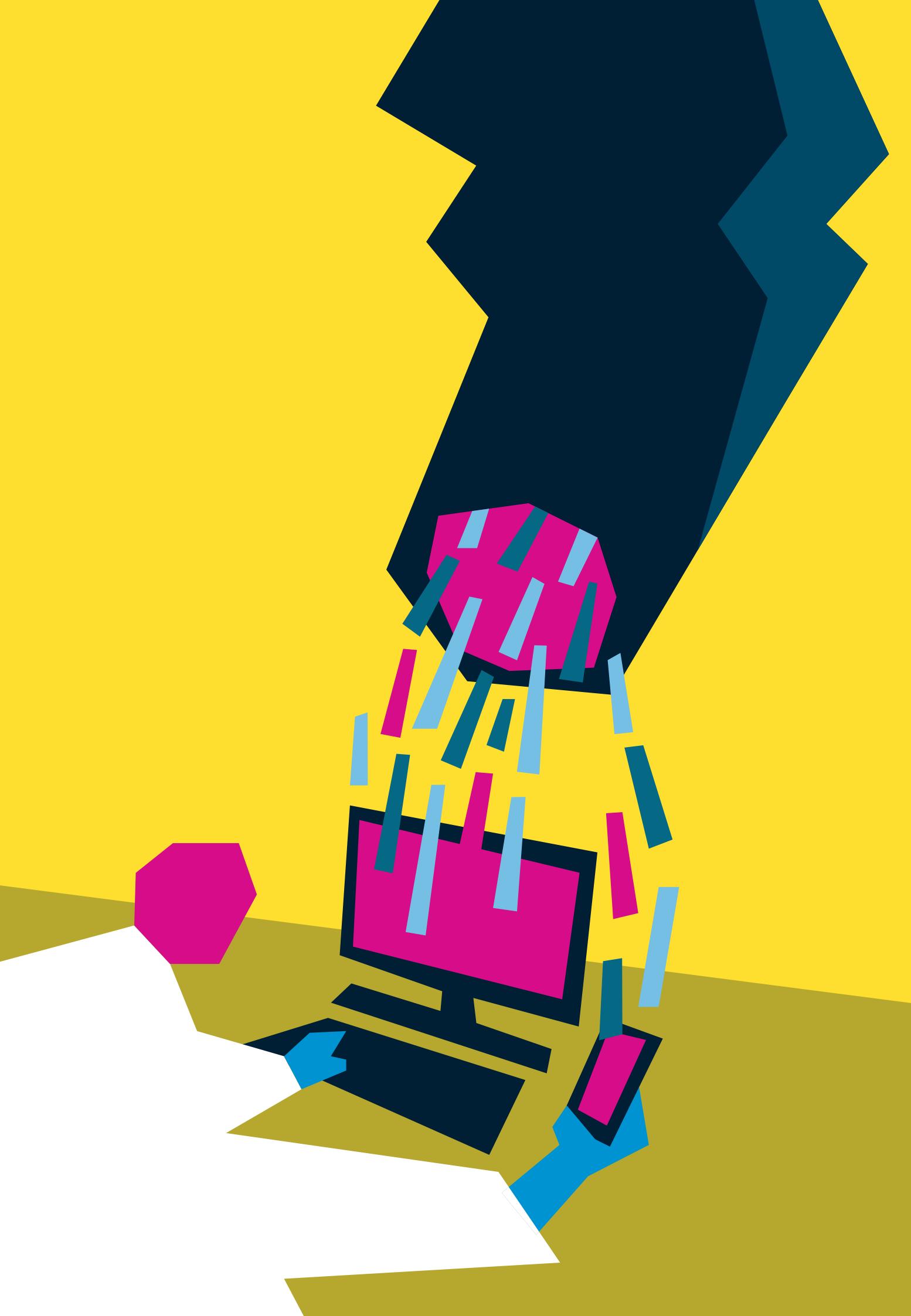
O estudo dessas experiências nos ajudou a identificar os padrões de comportamento das grandes empresas de tecnologia, as limitações estruturais dos sistemas de gestão ambiental dos governos e as leis nesses países para lidar com megaprojetos de alto impacto socioambiental e climático, como são os data centers. Com esses insumos, conseguimos fazer recomendações e traçar possíveis caminhos para comunidades, movimentos sociais e fazedores de política, visando evitar que se repitam situações de uso intensivo de água, energia e territórios, e suas consequências ambientais nos países da América Latina, com ênfase no Brasil.



Sumário

1	Os dados como mercadoria	11
2	A “nuvem” está no céu? Os data centers como materialidade tangível do imaterial	17
2.1	O que são os data centers?	19
2.2	Consumo de energia e emissão de gases de efeito estufa (GEE)	22
2.3	Consumo e gasto de água dos data centers	27
2.3.1	Consumo de água indiretamente: geração de energia	30
2.3.2	Consumo de água diretamente: resfriamento (<i>cooling</i>)	31
2.3.3	Água utilizada para gerar a energia das estações de tratamento de esgoto que tratam as águas residuais geradas por um data center	37
2.4	Medição do consumo de energia e água dos data centers	38
2.4.1	O problema do uso do PUE como métrica de eficiência energética	40
2.4.2	Medição do uso de água em data centers	42
2.4.3	Medição do consumo de energia renovável	43
2.4.3	Limitações do uso de energia renovável	43
3	Sobre os impactos socioambientais dos data centers no mundo	47

3.1	Preâmbulo à análise do impacto socioambiental dos data center na América Latina	49
3.2	Chile: a comunidade organizada contra os data centers	53
3.2.1	Caso Quilicura x <i>Big techs</i> e o Estado	54
3.2.2	Caso Cerrillos: a comunidade x Google parte I	58
3.2.3	Plano Nacional de Data Centers no Chile (sem os chilenos)	61
3.3	México, caso Querétaro: a institucionalização da injustiça social e ambiental	63
3.4	Uruguai, caso Canelones: a comunidade x Google parte II	66
4	O Brasil no mercado dos data centers	69
4.1	Indústria em expansão intensa	72
4.2	A “Cidade da IA” em Eldorado do Sul (RS)	76
4.3	Caucaia x TikTok e o modelo de negócios das empresas das renováveis	79
5	Uma análise das políticas relacionadas aos data centers no Brasil	85
5.1	Políticas de atração do setor: o MDIC como ponta de lança	87
5.2	Políticas de regulação dos data centers no Brasil	94
6	Recomendações: o que fazer para o Brasil não virar mais um caso do colonialismo de dados	101



1. Os dados como mercadoria

"A grande maioria dos dados que existem hoje foi criada apenas nos últimos anos (IBM, 2017). O desafio é extrair valor deles e colocá-los para funcionar para empresas, governos e indivíduos. Cada cidadão está produzindo grandes quantidades de dados pessoais que, sob as estruturas de proteção adequadas, podem ser valiosos para os setores público e privado. As empresas estão dispostas a pagar quantias cada vez maiores por nossa atenção em sites de mídia social e para explorar os dados que produzimos".

Kelly et al., 2018, p. 1

Hoje em dia, apesar da desigualdade ainda persistente a respeito do acesso à internet, a quantidade de usuários de internet² continua aumentando³, e, com isso, o tempo dedicado a navegar na web⁴. O fato de estarem conectados por tanto tempo e em diversas atividades produz uma abundância de dados, os quais são coletados por grandes corporações, em especial do Norte Global, para depois monetizar através da venda desses dados e das funcionalidades decorrentes do seu processamento, conforme destacam Cassino, Souza e Silveira:

Nossa vida social tornou-se um recurso que pode ser extraído e utilizado pelo capital como forma de acumulação de riquezas. Tanto populações do Norte Global quanto do Sul passaram a ser fontes de informações que alicerçam o capitalismo. Não importam a cultura, a religião, a ideologia. Tudo gera dados capturáveis, que são armazenados e utilizados para formatação de perfis. As pessoas passam a considerar a captura de suas informações como algo normal, natural. As relações sociais mudam e tornam-se mecanismos dos modos de extração.

Cassino; Souza; Silveira, 2021, p. 27

Silveira (2021) explica muito bem que, a partir de meados da primeira década do século XXI, o capitalismo já se integrava à digitalização de diversos setores da economia, com o aumento do comércio e dos serviços digitais, o crescimento nas vendas de hardware e software, além da popularização de dispositivos móveis de comunicação, o que impulsionou uma economia cada vez mais orientada

² Nesta pesquisa usamos o conceito "usuário de internet", segundo a pesquisa TIC Domicílios 2024 (Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR, 2025). São considerados usuários de internet os indivíduos que utilizaram a rede ao menos uma vez nos três meses anteriores à entrevista, conforme definição da União Internacional de Telecomunicações.

³ Segundo a Data Reportal e sua pesquisa Digital 2024: Global Overview Report e o Digital 2024: Brazil, a penetração da rede mundial de computadores chegou a quase $\frac{2}{3}$ da população em 2024 com a adição de 97 milhões de novos usuários (Schwingel, 2024).

⁴ O tempo médio de uso de internet no mundo é de 6 horas e 40 minutos por dia. O Brasil é o segundo país no ranking de média de uso diário de internet (9 horas e 13 minutos) (ibidem).

por dados. Os protocolos que compõem a internet possuem uma natureza cibernética, quer dizer, funcionam tanto como mecanismos de comunicação quanto de controle. Isso possibilitava, embora não determinasse, a coleta dos rastros digitais deixados pelos usuários em servidores, roteadores e computadores durante a navegação. Esses rastros permitiam identificar os sites acessados, o tempo de permanência, os horários de navegação, a frequência de visitas e o tipo de interações realizadas, entre outras informações. Com a popularização das redes sociais online, a partir de 2004, e sua capacidade de concentrar a atenção, não somente os metadados de navegação passaram a ser coletados, mas todos os dados tornaram-se essenciais para a construção de perfis detalhados de cada usuário-consumidor.

Só para termos uma ideia da forma como a geração de dados na internet vem crescendo, conforme as estimativas mais recentes, 402,74 milhões de terabytes de dados são criados a cada dia ("criados", ou quiçá seja melhor dizer, produzidos, capturados, geridos e vendidos) (Duarte, 2024). Há outras estatísticas que ilustram muito bem o nosso universo atual sobre a quantidade de dados que produzimos diariamente. Por exemplo, em média, o Google processa mais de 5,9 milhões de pesquisas a cada minuto (8,5 bilhões de pesquisas diárias). No que diz respeito às redes sociais, só para mencionar uma das mais intensamente povoadas (com mais de 2 bilhões de usuários), o Facebook é uma plataforma que possui mais de 1,5 bilhão de pessoas ativas diariamente. Em outra rede social muito bem conhecida, o X (antigo Twitter), 347.200 tweets são enviados a cada minuto. Também a cada minuto, 231,4 milhões de e-mails são enviados em todo o mundo (*Ibidem*).

Outras pesquisas, como as da International Data Corporation (IDC, conforme sigla em inglês), indicam que o número de dispositivos conectados à web pode aumentar para 41,6 bilhões ainda em 2025. Além disso, em todo o mundo, 127 dispositivos se conectam à internet a cada segundo. Esses dispositivos conectados produzem cerca de 5 quintilhões de bytes de dados diariamente, o que é uma grande quantidade de informações (Business Wire, 2019). A coleta de dados em grande escala, praticamente onipresente e contínua, torna-se uma exigência central do grande capital. A ideia de que os dados das atividades realizadas pelas pessoas nas redes digitais podem revelar tanto seus interesses quanto desejos, evidentes e ocultos, impulsiona a prioridade do tratamento de dados e a predominância da ciência de dados (Silveira, 2021).

Nesse contexto, para alguns autores, os dados têm se convertido na "matéria-prima fundamental da sociedade da informação" (Hankey; Morrison; Naik, 2018) ou a matéria-prima que deve ser extraída e tratada; assim, as atividades dos usuários passam a ser a fonte de onde saiu essa matéria-prima (Srnicek, 2017). Porém os "dados não são encontrados na natureza, não brotam do chão, nem em árvores. Dados são invenções humanas. Dados são criados a partir de dispositivos que buscam captar ou expressar uma deter-

minada realidade (...) dados passaram a reforçar o processo capitalista de fetichização" (Silveira, 2021, p. 6-7). Continua Silveira:

A mercadoria "dado" é artificialmente produzida pelo trabalho vivo e pelo trabalho morto que foi automatizado. O trabalho vivo conta com os sentidos do corpo do trabalhador para olhar e registrar informações quantificadas, mas o principal modo de criação e tratamento dos dados se dá com o trabalho morto, consolidado em algoritmos, softwares, máquinas e sistemas automatizados. Os dados são mercadorias que acompanham a metamorfose do capital. O dado produzido, que é vendido como mercadoria, vira insumo para outras empresas. Consolidado em estruturas de dados, também pode se converter em capital. Podemos observar que os bens de capital do Google não são apenas os prédios e os mais de quinhentos mil servidores de sua propriedade, mas principalmente seus datasets. Nesse sentido, o "dado" é mercadoria que pode ser insumo e capital. Trata-se de um objeto digital.

Silveira, 2021, p. 6

Segundo alguns autores, hoje podemos falar de um capitalismo digital, o qual constitui um universo de relações sociais que se realizam através do crescente uso dos dispositivos de informação e comunicação em redes digitais (Parra, 2012). Estamos falando, como bem pontuou Castells (2000), de um novo modo de desenvolvimento, o "modo de desenvolvimento informacional". No modo de desenvolvimento informacional, a fonte da produtividade recai na tecnologia da geração do conhecimento, o processamento da informação e a comunicação dos símbolos. Em outras palavras, gera-se valor, nesse modo de desenvolvimento, no processamento de informações e dados (Castells, 2000). Mas também se extrai valor de quem gera os dados:

As plataformas de trabalho materializam o sonho neoliberal de reduzir o custo com folha de pagamentos, direitos trabalhistas e demais encargos sociais. Elas transformam quem interage com suas estruturas em usuários ou prestadores de serviços autônomos. Assim, o motorista do Uber e o entregador do Rappi ou iFood é retratado como um empreendedor de si, ocultando sua completa precarização e fragilidade contratual. Esse processo é notório. Mas, o que mais está dissimulado em algumas plataformas é a transformação da diversão, do lazer, do trabalho para si e do relacionamento em valor expropriado [...] Rafael Evangelista nomeou, em 2007, de mais-valia 2.0, a criação gratuita de conteúdos para as empresas capitalistas. Quando um adolescente se diverte colocando fotos de sua viagem no Instagram, quando as pessoas geram vídeos para o YouTube ou escrevem textos para postar no Facebook, estão criando conteúdos gratuitos para as plataformas. O debate teórico se dá aqui. Para alguns,

o que as pessoas estão produzindo para essas corporações é trabalho não-pago, para outros não é trabalho, mas implica a extração de valor das atividades sociais.

Silveira, 2021, p. 8

Mas, como acontece isso? Acontece que, a cada movimento que fazemos na internet, como, por exemplo: buscar alguma informação em motores de busca como o Google ou Firefox, comprar em alguma loja online, fazer um pagamento desde a *internet bank*, quando simplesmente procrastinamos em busca de memes em nossas redes sociais ou ao usar qualquer dos vários aplicativos de transporte (Uber, Cabify, 99, etc.), todos esses movimentos correspondem à criação de dados que, ao serem coletados, tratados, organizados e analisados, provêm informação para nos identificar e até construir um perfil detalhado de quem somos (Laya, 2024)⁵.

⁵ [...] a captura, o armazenamento e o processamento de grandes quantidades de dados são uma das principais forças do capitalismo atual. Empresas como Google, Facebook, Amazon e Microsoft teriam não só o poder de extrair, mercantilizar e controlar comportamentos, mas também de produzir novos mercados, por sua capacidade de predição analítica e da modificação de atitudes, práticas e hábitos (Cassino; Souza; Silveira, 2021, p. 28).



Quem analisar esses dados conseguirá identificar do que gostamos e não gostamos, e até a nossa tendência política ou nosso posicionamento ideológico (Silveira, 2021). É por isso que esses dados que produzimos a cada movimento na internet são chamados de “*footprint*” ou “rastros do usuário”. Quando usamos as redes sociais e os motores de busca, achamos que isso é de graça, quer dizer, entendemos que nós não pagamos diretamente pelo uso desses ciberespaços, mas pagamos, sim, com os dados que produzimos e que as corporações coletam, organizam, analisam e usam graças ao funcionamento da infraestrutura que construíram para tais plataformas.

Na internet, o nosso clique é o nosso comportamento (*behavioral data*), diz Zuboff (2015), sendo que, como já mencionamos, cada clique proporciona uma série de dados coletados pelas plataformas. Essas plataformas são as “infraestruturas digitais que permitem que dois ou mais grupos possam interagir” (Srnicek, 2017) na internet. Apesar dos limites legais, elas definem e estabelecem suas regras tanto para a coleta quanto para a manipulação dos dados de forma pouco transparente, assim como para a modelagem do fluxo do conteúdo no seu ambiente. ■



2. A “nuvem” está no céu? Os data centers como materialidade tangível do imaterial

[...] o digital e o virtual também são reais e, ainda que intangíveis, não podem subverter as leis conhecidas da física, especialmente naquilo que concerne ao tempo e ao espaço. Por mais intangível que seja determinada quantidade de bits, eles são produzidos por alguém e em algum lugar, a partir de determinada quantidade de energia e recursos materiais, e, quando transmitidos, trafegam sob meios materiais específicos para, depois, serem recebidos e armazenados em algum lugar físico (HD). Um movimento que, embora percebido como instantâneo, leva certo tempo e ocupa certo espaço no mundo físico tangível

Faustino e Lippold, 2023, p.106

Que rumo tomam os dados que produzimos? E os dados que as empresas produzem, onde são armazenados, processados e distribuídos? Na nuvem, alguns costumam dizer, até vendem esse serviço de armazenagem na nuvem, “migre para a nuvem”. No nosso dia a dia, costumamos dizer “vou subir ou salvar meu documento na nuvem”. Mas o que é a “nuvem”? Bom, a dita nuvem é uma plataforma, um serviço disponibilizado por grandes corporações, sustentada por uma grande infraestrutura terrestre, física, que consome grandes quantidades de energia e água, chamada de “data center”, ou “centro de dados”. É importante destacar que, sem terra nem água, não tem como existir um data center (Neilson e Rossiter, 2022).

As plataformas de nuvem se consolidaram como um modelo de negócios poderoso e único (Srnicek, 2017). Elas disponibilizam a empresas uma infraestrutura de computadores, servidores, sistemas de inteligência de negócios e aprendizado de máquina (*machine learning*). Google, Amazon, Microsoft e Alibaba já se destacam nesse modelo de negócio, em que o principal objetivo, segundo pesquisa do Observatório da Educação Vigiada, é incentivar empresas, universidades, escolas e até instituições públicas a externalizar seus sistemas, dados e negócios para essas infraestruturas em nuvem (Cruz; Saraiva; Amiel, 2019)⁶.

A “nuvem”, segundo Fard (2018), deve ser entendida como um sistema global que integra diversos meios, infraestruturas e ideologias, atuando em múltiplas escalas (desde os minerais raros até a atmosfera planetária) e por meio de inúmeros atores (do usuário de smartphone, inconsciente da sua participação no sistema, que constantemente registra sua localização, até as corporações multinacionais que gerenciam os vastos recursos computacionais essenciais para a nuvem) para centralizar e controlar a distribuição de recursos computacionais. Nessa perspectiva, a “nuvem” é um modelo de organização global que funciona por meio de coleta, armazenamento, distribuição e mercantilização de dados (Fard, 2018). Ainda segundo o autor, a imagem da “nuvem” representa a virtualização da base material sobre a qual é construída: enquanto consegue transmitir a facilidade, a segurança e a familiaridade das operações em nuvem, ela obscurece o esforço real, a vulnerabilidade, o espaço e a infraestrutura necessários para seu funcionamento, bem como a extensão geográfica e a degradação ambiental que acarreta (*ibidem*).

Nos últimos anos, houve um aumento da demanda por criação, processamento e armazenamento de dados impulsionado por tecnologias existentes e emergentes, como plataformas online/mídias sociais, streaming de vídeo, infraestruturas inteligentes e conectadas, veículos autônomos e inteligência artificial, o que levou a um crescimento exponencial nas cargas de trabalho e instâncias de computação em data centers, o que tem gerado impactos socioambientais importantes (Vasconcelos, 2025). Neste estudo, vamos analisar esses impactos, mas, antes, precisamos aprofundar a reflexão sobre o que são e como funcionam os data centers.

⁶ Atualmente no Brasil, segundo pesquisa do observatório Educação Vigiada, 79% das instituições públicas de Ensino Superior do país têm seus e-mails institucionais alocaados em servidores privados localizados fora do país, e que são gerenciados por empresas envolvidas no lucrativo mercado de coleta, análise e comercialização de dados pessoais. O Google (Alphabet, Inc.), o maior player desse mercado, armazena 72% dos e-mails institucionais das universidades públicas do país. Esse cenário aponta para uma situação de extrema vulnerabilidade em relação à segurança da produção científica e tecnológica do Brasil. A maior parte das comunicações acadêmicas e de pesquisa produzidas nas instituições públicas brasileiras está em data centers fora de seu controle institucional, boa parte nos Estados Unidos da América, alimentando um sistema de inteligência e lucros a partir de análise de dados que fragilizam nossa soberania e a própria autonomia universitária (Cruz; Saraiva; Amiel, 2019).

2.1 O que são os data centers?

Os data centers são definidos por Holt e Vonderau (2017) como a dimensão material e o coração da “nuvem”, assim como um elemento crítico⁷ da infraestrutura digital. Outros autores falam dos data centers como o centro da infraestrutura moderna de tecnologia da informação (TI) (Fernandes; Mendes et al., 2025) ou a coluna vertebral da infraestrutura digital moderna (Fernandes et al., 2025; Gáscon; López; Oeko, 2025). Os data centers podem variar em tamanho, desde pequenos armários até imensos armazéns “hiperescala” do tamanho de estádios de futebol. O tamanho não é somente determinado pela área física (metros quadrados, hectares), mas, também, por consumo de energia e capacidade de processamento de dados (Lu, 2025). Ao contrário dos imóveis, que são medidos somente em metragem quadrada, no jargão técnico da indústria da computação o tamanho de um data center é medido, também, em capacidade e consumo de eletricidade. Para determinar o tamanho de um data center, a densidade de servidores é fundamental, pois muitos podem ser empilhados verticalmente no mesmo espaço, gerando mais valor a partir da mesma área. Mais servidores significam mais largura de banda, mas também maior consumo de energia (Peasley, 2024).

De acordo a seu tamanho físico e sua capacidade de processamento, os data centers são classificados em pelo menos três tipos:

- 1. Internal, ou enterprise:** um data center que se encontra dentro da própria empresa. Costuma ser de pequeno porte, apenas reduzido a uma sala de no máximo 15 metros quadrados (Ascenty, 2023).
- 2. Colocação, ou colocation:** se baseia em uma gestão descentralizada. Neste formato, a infraestrutura física não se encontra dentro da empresa, mas em um ambiente externo, fornecido por um provedor (Ascenty, 2023). Esses provedores oferecem infraestruturas física e técnica necessárias para as empresas alocarem seus servidores, equipamentos de rede e outros hardwares de informática, enquanto as empresas mantêm o controle sobre seus equipamentos e dados (Gáscon; López; Oeko, 2025). Este tipo de serviço costuma ser chamado de “serviço na nuvem”.
- 3. Hiperescala:** projetado para atender operações em larga es-

⁷ Infraestrutura crítica refere-se aos sistemas, instalações e ativos essenciais para o funcionamento da sociedade e da economia. Os setores de infraestrutura crítica estão ao nosso redor, por exemplo:

Setor de energia:
reatores nucleares, redes elétricas, instalações de petróleo e gás natural, dutos e armazenamento de combustível.

Tecnologia da informação: data centers, software e hardware críticos, sistemas de cibersegurança e infraestrutura de internet (IBM, 2024).

Os data centers, como parte central da infraestrutura crítica do setor de tecnologia da informação, contém elementos de outros setores críticos — como, por exemplo, plantas de tratamento de água e redes elétricas —, o que manifesta a complexidade do seu sistema.

cala. Conta com uma infraestrutura robusta, capaz de suportar atividades que demandam grande volume de armazenamento e alto poder de processamento. Para funcionar, precisa de uma infraestrutura de ponta, com redundância⁸, backup e complexas redes de comunicação e fornecimento de energia e água. Em seu interior, encontram-se os servidores que sustentam os softwares, aplicativos e sites que usamos diariamente (Nogueira, 2024). Até o final de 2020, 597 data centers de hiperescala estavam em operação (39% nos EUA, 10% na China, 6% no Japão), um aumento de quase 50% desde 2015. Amazon, Google e Microsoft são responsáveis por mais da metade desses centros, e outros 219 estão em diferentes fases de planejamento (Mytton; Ashtine, 2021). Dados mais recentes indicam que o número de data centers de grande porte ou hiperescala em 2024 ultrapassou a marca de 1.000, representando 41% da capacidade mundial de processamento de dados. A expectativa é que em 2029 esse percentual atinja 60% (Synergy Research Group, 2024). Para os fins deste estudo, quando falarmos de data centers, estaremos nos referindo aos data centers deste tipo, por serem os que têm ocasionado maiores impactos socioambientais e climáticos em diversas partes do mundo.

Um estudo do setor por parte da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) caracteriza os data centers também pelo seu nível. O nível do data center se define com base nas proficiências dos equipamentos redundantes da infraestrutura. Os data center podem ser classificados como Tier 1, Tier 2, Tier 3 e Tier 4 (Anatel, 2022).

- **Tier 1:** possui uma única fonte de energia e refrigeração, sem componentes redundantes.
- **Tier 2:** possui componentes redundantes, o que proporciona uma margem de segurança contra falhas; além de possuir uma única via para energia e refrigeração, mas com alguns backups, como geradores e unidades de resfriamento extras.
- **Tier 3:** possui múltiplas vias para energia e refrigeração, e componentes redundantes que permitem a manutenção sem interromper as operações.
- **Tier 4:** infraestrutura totalmente redundante, ideal para operações críticas (*Ibidem*).

Sendo o data center o local físico que abriga os sistemas mais críticos de uma rede de computadores, ele precisa, para seu funcionamento, de:

⁸ A redundância de um data center pode ser elétrica, composta pelos sistemas de backup (nobreak ou UPS) e geradores de energia. Um ou outro são acionados quando a energia da rede elétrica que fornece ao data center cai, garantindo seu funcionamento ininterrupto. Outra forma de redundância é a redundância na infraestrutura. Isso inclui múltiplos servidores, conexões de rede redundantes e sistemas de armazenamento espelhados em diferentes locais. A ideia é garantir que, mesmo que uma parte da infraestrutura falhe, o restante do sistema continue funcionando sem impacto visível para o usuário final (NowHosting, 2024). Falaremos com mais detalhe sobre a redundância de um data center nas próximas seções deste estudo.

Servidores: computadores poderosos que fornecem aplicações, serviços e dados aos dispositivos do usuário final. Os servidores de data center vêm em vários formatos, mas os mais utilizados são os servidores montados em rack. São servidores amplos, planos e autônomos do tamanho de uma pequena caixa de pizza. São empilhados uns sobre os outros em um rack para economizar espaço (em vez de uma torre ou servidor de desktop). Cada servidor montado em rack tem sua própria fonte de alimentação, ventiladores, *switches* de rede e portas, juntamente com processador, memória e armazenamento usuais (Susnjara; Smalley, 2024).

Sistemas de armazenamento: guardam e permitem acesso rápido aos dados. Eles incluem:

- **Unidades de disco rígido (HDDs)**, para armazenamento de grande volume a baixo custo.
- **Unidades de estado sólido (SSDs)**, para acesso rápido, ideal para dados críticos.
- **NAS/SAN**: sistemas de armazenamento em rede que facilitam o acesso simultâneo e melhoram a velocidade.

Esses sistemas garantem que as informações estejam sempre acessíveis e seguras.

Equipamentos de rede: a espinha dorsal do data center, conectando todos os servidores e sistemas de armazenamento. Eles incluem:

- **Roteadores**: direcionam o tráfego de dados, garantindo que cheguem ao destino correto.
- **Switches**: distribuem dados entre dispositivos, facilitando a comunicação interna.
- **Firewalls**: monitoram e protegem o fluxo de dados contra ameaças externas.

Esses dispositivos, através da fibra óptica, transmitem o tráfego entre os servidores (chamado de "tráfego leste/oeste") internamente, e dos servidores para os clientes (chamado "tráfego norte/sul") externamente, de forma rápida e segura (Nogueira, 2024; Susnjara; Smalley, 2024). ■

2.2 Consumo de energia e emissão de gases do efeito estufa (GEE)

A infraestrutura de um data center depende do funcionamento de vários sistemas, os quais consomem energia e emitem GEE. O consumo de energia de um data center pode ser decomposto em:

- Sistema de equipamentos de TI (50%, incluindo servidores, equipamentos de armazenamento e equipamentos de rede).
- Sistemas de ar condicionado e refrigeração (37%, sendo sistema de refrigeração a ar em torno de 25% e sistema de alimentação e retorno de ar cerca de 12%).
- Sistema de distribuição (10%) e sistema de iluminação auxiliar (3%) (Liu et al., 2020).

⁹ Atualmente há 11.800 data centers no mundo. Os Estados Unidos possuem quase a metade deles, com 5.381, quer dizer, 45,6% do total de data centers no planeta Terra (Lu, 2025).

A respeito do consumo de energia dos sistemas de refrigeração, há estudos que evidenciam que mais de 43% da energia desses data centers nos Estados Unidos (o país com mais data centers em seu território)⁹ é consumida no processo de resfriamento do equipamento (Masanet; Lei, 2020). Isto foi confirmado pela pesquisa da Data Centers Dynamic (DCD) sobre energia e resfriamento. Segundo a pesquisa, mais da metade dos entrevistados identifica os sistemas de refrigeração como a principal fonte de desperdício energético (50,48%), o que indica que os custos operacionais e a eficiência térmica ainda são desafios estruturais em muitos data centers. Esse resultado também sugere que, apesar dos avanços tecnológicos em climatização, persistem ineficiências significativas que impactam diretamente o consumo total de energia (DCD, 2025).

Estima-se que entre 5% e 9% da energia elétrica consumida no mundo se destine à infraestrutura de TI e comunicações em geral e ao seu uso. A Agência Internacional de Energia (IEA) alerta para uma tendência de forte aumento dessa demanda. O gasto energético mundial dos data centers e dos setores de inteligência artificial (IA) e criptomoedas, segundo a entidade, poderá dobrar em 2026 em relação a 2022, quando foi de 460 terawatts-hora (TWh) — naquele mesmo ano, o Brasil, com uma população de mais de 200 milhões de pessoas, consumiu 508 TWh de energia elétrica (Vasconcelos, 2025). Quer dizer, o setor dos data centers consome quase a mesma energia que o sexto colocado no ranking dos países mais consumidores de energia.

À medida que a demanda por energia da indústria dos data centers aumenta, alguns setores da sociedade mundial estão preocupados, por duas coisas: I) pelo crescimento acelerado das emissões de carbono; e II) pelo aumento nas contas de energia que recai sobre os usuários dos sistemas nacionais de energia. A respeito das emissões de carbono, a preocupação se deve ao fato de que os data centers são responsáveis por cerca de 4% do consumo global de energia e 1% das emissões globais de GEE (Coding Rights, 2025). Outros dados indicam que, até 2040, a indústria tech, hoje comparável à da aviação em termos de emissão de GEE, deve se tornar responsável por 14% do total de emissão desses gases (Crawford, 2021).

Já o aumento nas contas de energia dos usuários como consequência da alta demanda energética dos data centers tem se tornado um problema real, como evidencia a situação em treze estados e um distrito federal nos Estados Unidos, onde as contas de eletricidade dos consumidores — especialmente dos pequenos consumidores —, aumentaram 180% em junho deste ano (Ixbroker, 2025).

Segundo um relatório da Monitoring Analytics, a entidade independente que supervisiona o mercado de capacidade da operadora de rede PJM Interconnection, residências e pequenas empresas estão subsidiando a expansão da infraestrutura digital pelas grandes empresas de tecnologia. "As condições atuais não são resultado de um crescimento orgânico da demanda", afirma o documento. "São quase exclusivamente produto do aumento da carga proveniente dos data centers, tanto em termos históricos quanto projetados".

Ixbroker, 2025, n.p.

Em suma, data centers estão incrementando o consumo de energia do mundo, portanto a emissão de GEE (Long et al., 2022). Isto vem afetando a população em termos de acesso a energia e água, de custo de vida e até de saúde pública. Este último tópico foi admitido pelo governo dos Estados Unidos (Pascual, 2025). Especialistas da Universidade da Califórnia, Riverside e da Caltech apontam os custos econômicos e humanos das doenças diretamente associa-

das à poluição relacionada aos data centers. Os principais problemas decorrem da emissão de gases tóxicos, como o óxido nítrico e as partículas PM2.5, liberados durante o processo de geração de eletricidade que abastece essas instalações. Esses poluentes provêm tanto das usinas de energia, geralmente localizadas a poucos quilômetros dos data centers, quanto dos geradores de backup utilizados quando há interrupções no fornecimento principal de energia (*Ibidem*). A poluição do ar resultante das enormes quantidades de energia necessárias para operar data centers tem sido associada ao aumento de casos de câncer, asma e outros problemas de saúde. O custo do tratamento de doenças relacionadas a essa poluição foi de 1,5 bilhão de dólares em 2023, um aumento de 20% em relação ao ano anterior. Constatou-se que o custo total desde 2019 até 2024 foi de 5,4 bilhões de dólares (Cridle; Stacey, 2025).

Os data centers precisam garantir que seus equipamentos funcionem as 24 horas do dia, os 7 dias da semana, os 365 dias do ano, porque o fluxo de dados não pode parar, já que é esse fluxo o que mantém e garante atividades econômicas, financeiras, sociais e políticas da sociedade atual. Manter esses equipamentos funcionando requer uma fonte de alimentação energética e de água significativa. Para entendermos melhor isso, vamos mostrar, primeiro, a infraestrutura composta pelos sistemas responsáveis por fornecer, gerir e otimizar suas necessidades de energia; e, segundo, a infraestrutura que fornece a água e administra seu consumo e tratamento. A respeito da energia, a maior parte da demanda energética dos data centers é suprida pela rede elétrica, que distribui eletricidade proveniente das usinas conectadas. A geração de eletricidade é a segunda maior consumidora de água e a segunda maior emissora de gases de efeito estufa, portanto as operações dos data centers estão associadas à emissão desses gases (Siddik; Shehabi; Marston, 2021). Por exemplo,

Além da eletricidade consumida diretamente pelos data centers, também é utilizada eletricidade para fornecer água tratada a essas instalações e para tratar as águas residuais por elas descartadas. Assim como os data centers, as instalações de abastecimento de água e de tratamento de esgoto também são grandes consumidoras de eletricidade, sendo responsáveis por cerca de 1,8% do consumo total de eletricidade nos Estados Unidos em 2013.

A eletricidade necessária para o fornecimento e tratamento da água, bem como para o tratamento das águas residuais descartadas, também gera emissões de gases de efeito estufa (GEE) que podem ser atribuídas aos data centers.

Siddik; Shehabi; Marston, 2021, p. 2

Como podemos observar, o consumo de energia está completamente atrelado ao consumo de água, em especial quando as fontes de energia são termoelétricas ou hidroelétricas — como é na maioria dos data centers operando hoje no mundo. Para termos um melhor entendimento de como um data center demanda toda essa energia e emite GEE, precisamos entender sua infraestrutura.

Segundo Gáscon, López e Oeko (2025), os componentes-chave do sistema de fornecimento de energia de um data center são:

Infraestrutura elétrica: fornece energia ao data center, incluindo:

- Energia da rede pública (fonte primária, normalmente proveniente da rede local), costuma ser, majoritariamente, por meio de termelétricas ou hidrelétricas.
- Transformadores.
- Unidades de Distribuição de Energia (PDUs): distribuem energia para racks, servidores e demais equipamentos.
- **Sistema de Alimentação Ininterrupta (UPS/SAI):** garante energia contínua através de baterias que fornecem energia temporária¹⁰ até os geradores de backup¹¹ entrarem em operação ou a energia da rede ser restabelecida.

Como em um data center não deve haver espaço para qualquer ameaça, muito menos para quedas de energia, existem salas com grandes motores de combustão a óleo diesel (geradores de energia), potente poluente do ar, à espera de quaisquer problemas para serem acionados e autossustentar o data center por alguns dias. Porém, como os geradores demoram alguns minutos para começar a operar, pilhas e pilhas de baterias automaticamente despertariam o já mencionado sistema UPS para manter os servidores ligados durante esse hiato em uma potencial catástrofe (Zalis, 2021).

Sistema HVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado): mantém o ambiente ideal com:

- Controle preciso de temperatura e umidade (protege equipamentos sensíveis).
- Refrigeração eficiente (crucial, pois servidores geram calor extremo).

10 Também conhecido como nobreak, é um sistema de alimentação que fornece energia de reserva quando a energia da rede elétrica falha.

11 Os geradores de backup fornecem energia de longa duração durante interrupções prolongadas

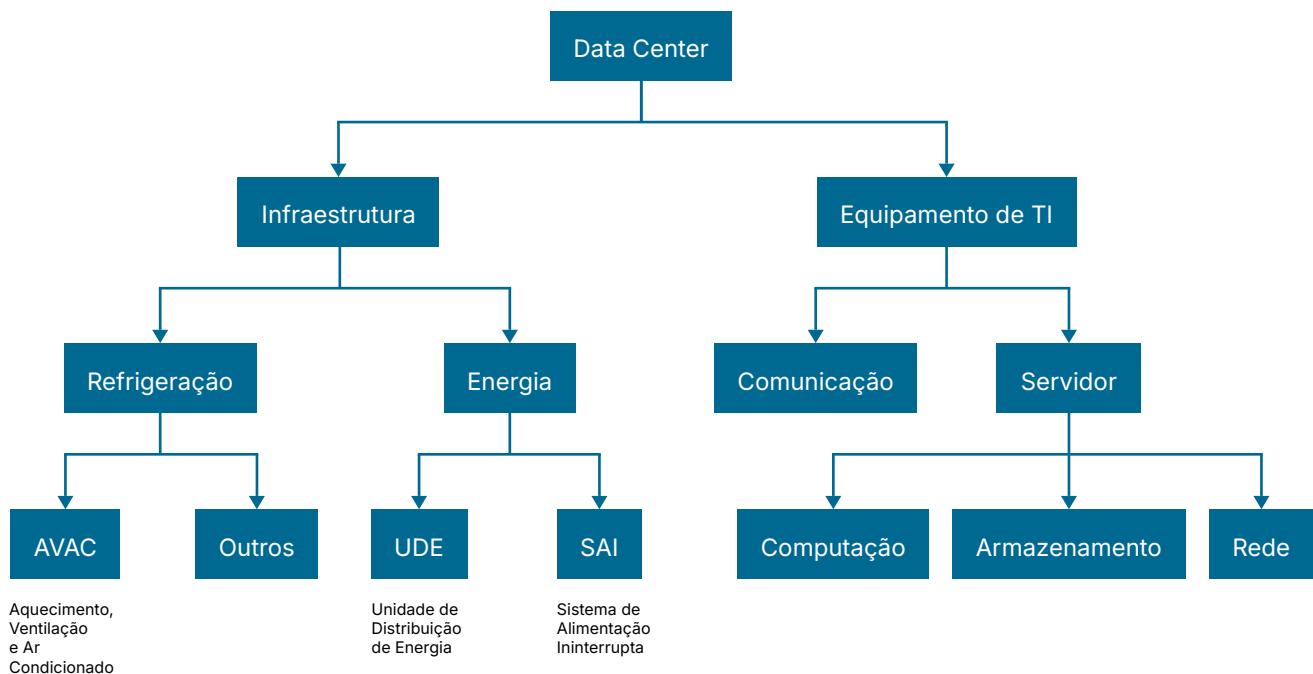
Conforme mencionado anteriormente, sistemas de resfriamento são responsáveis por grande parte do consumo energético do data center. Esse resfriamento é feito, na maioria das vezes, usando água potável (Siddik; Shehabi; Marston, 2021). Aprofundaremos esse tópico mais adiante neste estudo.

Outros Sistemas Críticos

- Proteção contra incêndios.
- Sistemas de segurança física.

Outra medida usada para garantir o funcionamento dos data centers e evitar o colapso dos dados é a redundância, pela qual os dados são replicados duas ou três vezes em mais de um data center. Isso nos leva a crer que existem prédios de gastos energéticos exorbitantes, danosos ao meio ambiente, com apenas a função de dar apoio emergencial. A lógica da infraestrutura da nuvem é enraizada no excesso, redundância e contingenciamento, governados pelo preparo para o pior dos cenários. Basicamente, uma arquitetura na iminência de uma emergência (Zalis, 2021).

Imagem 1 – Diagrama hierárquico de um data center



Fonte: Elaboração própria a partir de Long et al. (2022).

2.3 Consumo e gasto de água dos data centers

Os data centers dependem fundamentalmente da água, seja de forma direta ou indireta, para realmente operar. Mas, como e por que isso acontece? Primeiramente, os data centers precisam de eletricidade para alimentar seus servidores. A produção dessa eletricidade, como já mencionamos, requer o uso indireto de água, seja para operar uma usina termelétrica ou uma estação hidrelétrica. Em segundo lugar, o funcionamento contínuo e regular dos servidores gera uma quantidade significativa de calor. Quando se consideram eventos irregulares, como os chamados “eventos de fuga térmica”, nos quais um aumento de temperatura provoca outro aumento, criando um ciclo em que a geração de calor supera sua dissipação, o calor gerado pode ocasionar rupturas no funcionamento normal. Os data centers utilizam grandes quantidades de água para resfriar seus servidores e mantê-los dentro de limites operacionais seguros. Sem resfriamento adequado, os servidores podem superaquecer, falhar ou até pegar fogo (Taqi; Johnson, 2024).

Devido a todos esses processos necessários para um data center operar de forma segura e ininterrupta, **eles estão entre as dez indústrias comerciais que mais consomem água** (Siddik; Shehabi; Marston, 2021). Para se ter uma ideia, em 2014, nos Estados Unidos, foi atribuído aos data centers um uso total de 626 bilhões de litros de água. O consumo de água dos data centers do Google, um dos principais *players* da indústria, aumentou cerca de 20% de 2021 para 2022, e aproximadamente 17% de 2022 para 2023 (Google, 2024). Por outro lado, a Microsoft teve aumentos de cerca de 34% e 22%, respectivamente, nos mesmos períodos (Microsoft, 2025). Além disso, segundo o recente relatório sobre energia em data centers dos EUA, o consumo anual total de água no país por data centers norte-americanos em 2028 pode dobrar ou até quadruplicar em relação ao nível de 2023, atingindo aproximadamente 150 a 280 bilhões de litros, o que pressionará ainda mais as infraestruturas hídricas (Li et al., 2025).

O que mais causa preocupação em relação a esses dados é que a maioria deles advém de relatórios voluntários das empresas, espe-

cificamente de grandes *players* da indústria, como Google, AWS, Microsoft e Meta, e não necessariamente expressam o consumo real de água (Scanlan; McCauley, 2025). Vale mencionar, ainda, que são poucas as empresas que fornecem relatórios detalhados sobre o uso de água em data centers, e esses relatórios não possuem um padrão, como bem explicam Scanlan e McCauley (2025):

Os relatórios de sustentabilidade oferecem um vislumbre valioso sobre o uso de água em data centers. Mas, por serem voluntários, diferentes empresas divulgam estatísticas diferentes, de formas que dificultam a combinação ou comparação dos dados. Importante notar que essas divulgações não incluem de maneira consistente o consumo indireto de água pela eletricidade, que o Lawrence Berkeley Lab estimou ser 12 vezes maior do que o uso direto para resfriamento em 2023.

Por exemplo, Google e Meta são duas grandes empresas que possuem relatórios detalhados sobre seu consumo de água, neles encontra-se que os data centers representam uma parcela significativa do consumo de água de ambas as companhias. Em 2023, a Meta consumiu 813 milhões de galões de água globalmente (3,1 bilhões de litros), dos quais 95%, ou 776 milhões de galões (2,9 bilhões de litros), foram usados em data centers. Para o Google, o quadro é semelhante, mas com números maiores. Em 2023, as operações globais da empresa consumiram 6,4 bilhões de galões de água (24,2 bilhões de litros), sendo que 95%, ou 6,1 bilhões de galões (23,1 bilhões de litros), foram usados em data centers. Esses dados mostram que o consumo está crescendo e que quase toda a água que relatam consumir é usada nesses centros (Scanlan; McCauley, 2025). Também é importante destacar que, segundo os pesquisadores citados, esses dados refletem informações divulgadas pelas próprias companhias, e não necessariamente representam o total do seu consumo de água, quer dizer, é possível que sejam maiores do que os apresentados na seguinte tabela.

Tabela 1 – Consumo de água da Google e da Meta segundo relatórios das próprias empresas (em milhões de litros)

Google	2020	2021	2022	2023	2024
Data Centers			19.756	23.108	29.473
Restante da empresa			1.306	949	1.316
Meta	2020	2021	2022	2023	2024
Data Centers	2.197	2.406	2.511	2.938	
Restante da empresa	5	163	127	140	

Fonte: Scanlan e McCauley (2025).

É devido a essa falta de transparência e padronização dos dados que algumas empresas da indústria levantam e disponibilizam ao público, conforme diferentes análises realizadas e aqui abordadas, que se faz necessária uma regulação da indústria que exija relatórios que permitam cruzar dados e analisar os impactos socioambientais das empresas para propor políticas de mitigação e justiça ambiental.

Ainda sobre o consumo de água, outros dados indicam que **um data center de médio porte (15 megawatts) consome tanta água quanto três hospitais de tamanho médio ou mais do que o sistema de irrigação de 100 campos de futebol** (Mytton, 2021). Embora algum progresso tenha sido realizado com o uso de água reciclada, e não potável, com base nos números limitados disponíveis, tem se evidenciado que alguns operadores de data centers estão retirando mais da metade de sua água de fontes potáveis¹². Isso tem sido causa de considerável controvérsia em áreas com estresse hídrico e destaca a importância de entender como os data centers utilizam a água (Mytton, 2021).

Em resumo, os data centers consomem água em duas categorias principais: I) indiretamente, através da geração de eletricidade utilizada durante a sua operação, seja por meio de plantas termelétricas ou hidrelétricas; e II) diretamente, através do resfriamento dos equipamentos de TI (Mytton, 2021). Siddik, Shehabi e Marston (2021) também consideram essas duas categorias de consumo da água, mas adicionam uma terceira, relacionada ao consumo indireto: III) água para gerar a eletricidade utilizada pelas estações de tratamento de esgoto que tratam as águas residuais geradas por um data center (Siddik; Shehabi; Marston, 2021)¹³. Os autores estudam não apenas o consumo de água, mas qual é a pegada hídrica operacional direta e indireta dos data centers e o quanto a emissão de GEE está associada à operação deles.

Para entendermos isso e fazermos o cálculo das necessidades hídricas de um data center, devemos considerar tanto a água consumida quanto a captada. A água consumida refere-se à água perdida (geralmente por evaporação), transpirada, incorporada a produtos ou plantações, ou removida do seu ambiente hídrico imediato (Li et al., 2025), enquanto a água captada refere-se à água retirada de uma fonte, como água superficial, natural, subterrânea, recuperada ou potável tratada, que posteriormente é devolvida à fonte (Mytton, 2021). Por exemplo, um data center pode captar 10 milhões de litros de água potável por mês, mas consumir apenas 2 milhões (evaporados), devolvendo 8 milhões à rede. Como a água, sob a lógica do modo de produção capitalista, é considerada um recurso compartilhado e finito, a captação hídrica indica tanto o nível de competição quanto a dependência da água entre diferentes setores (Li et al., 2025). Neste estudo mostraremos como, muitas vezes, no quesito data centers, as pessoas nas comunidades onde são implantadas essas infraestruturas acabam concorrendo com as grandes empresas por trás dos centros de dados pela água disponível — e, na maioria das vezes, perdem essa competição. ■

12 Água doce limpa (em muitos casos, potável) é necessária para evitar entupimentos nos canos e/ou o crescimento de bactérias (Li et al., 2025).

13 A eletricidade necessária para o fornecimento e tratamento da água, bem como para o tratamento das águas residuais descartadas, também gera emissões de GEE que podem ser atribuídas aos data centers (Li et al., 2025).

2.3.1 Consumo de água indiretamente: geração de energia

Os data centers, para manter seus equipamentos ligados e garantir o funcionamento da sua megaestrutura, como já mencionamos, precisam de fontes de energia, muitas vezes ligadas ao sistema nacional de distribuição de energia de um país ou cidade. Portanto, os data centers acabam se conectando a plantas de energia como termelétricas ou hidrelétricas. Assim, os data centers são responsáveis pelo uso de água fora do local associado ao consumo de eletricidade, o que compõe parte do “verdadeiro custo hídrico dos data centers” (Li *et al.*, 2025). Isso se deve ao fato de que a água é aquecida para gerar vapor, o qual movimenta uma turbina e gera eletricidade. Combustíveis fósseis e energia nuclear consomem água dessa forma, e até mesmo a energia hidrelétrica envolve alguma perda de água devido à evaporação dos reservatórios (Mytton; Ashtine, 2021).

Em muitos países, a geração termelétrica está entre os principais setores em termos de retirada e consumo de água. As usinas geram calor utilizando combustíveis fósseis, como carvão e gás, ou fissão nuclear, para converter água em vapor, que gira uma turbina, gerando assim eletricidade. Uma vez aquecida e transformada em vapor para girar a turbina, a água é perdida por evaporação, descarregada como esgoto ou recirculada, às vezes ocorrendo as três situações simultaneamente. Sistemas hidrelétricos também utilizam grandes volumes de água, apesar de serem considerados uma fonte de energia com baixa emissão de carbono. A evaporação da água em reservatórios abertos é uma das principais fontes de perda, especialmente em regiões secas e onde a água não é bombeada de volta ao reservatório ou repassada aos usuários a jusante (Mytton, 2021). Apenas a energia solar e a eólica não envolvem o uso de água na geração, embora ambas ainda consumam água nos processos de fabricação e construção.

Devido à grande quantidade de energia consumida indiretamente pelos data centers, algumas empresas da indústria estão investindo em energias renováveis, mas não na mesma velocidade nem dimensão em que constroem novos data centers — o que vem gerando impactos e preocupação na sociedade. Países como Singapura, China e Alemanha, têm levantado algumas medidas para promover o que chamam de um “desenvolvimento sustentável” do setor dos data center (Gáscon; López; Oeko, 2025). Porém, como mostraremos nas próximas seções deste estudo, esse movimento de alguns países visando proteger a energia e a água tem motiva-

do, muitas vezes, que as empresas do setor levem seus projetos a regiões com políticas socioambientais relativamente mais permissivas — especialmente o Sul Global —, o que acaba gerando impactos significativos sobre as populações locais. ■

2.3.2 Consumo de água diretamente: resfriamento (*cooling*)

Os equipamentos de TI convertem a energia elétrica que os alimenta em energia térmica. É por isso que os data centers, que basicamente são armazéns gigantes contendo milhares de máquinas, precisam ter o poder de remover esse calor para manter condições de operação aceitáveis. À medida que gigantescas salas repletas de racks de servidores processam informações e consomem energia, elas geram calor, que precisa ser dissipado para evitar falhas e danos aos equipamentos, e isso é feito usando, também, água, em grandes quantidades (Temple, 2025). Um relatório de 2024 do Lawrence Berkeley National Laboratory estimou que, em 2023, os data centers dos Estados Unidos consumiram 17 bilhões de galões (64 bilhões de litros) de água diretamente para resfriamento e projeta que, até 2028, esses números poderão dobrar ou até quadruplicar. O mesmo relatório estimou que, em 2023, os data centers norte-americanos consumiram 211 bilhões de galões (800 bilhões de litros) de água adicionais indiretamente, por meio da eletricidade que os alimenta (Shehabi *et al.*, 2016).

Trinta anos atrás, o HVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado) de data centers se assemelhava ao de edifícios de escritórios, reutilizando equipamentos de estilo comercial ou de escritório, porém com sistemas de ar-condicionado (AC) e/ou unidades de tratamento de ar reforçados. Mas, com os data centers modernos gerando mais de 50 vezes a quantidade de calor por pé quadrado em comparação com um escritório e comumente exigindo acima de 30 MW de fornecimento de energia para os equipamentos de TI (energia que acaba toda convertida em calor), a indústria passou a adotar soluções muito mais especializadas. Esses sistemas sofisticados têm como objetivo manter os equipamentos de TI em temperaturas ideais, por exemplo, entre 5 °C e 30 °C. Operar fora dessa faixa reduz a vida útil do equipamento, o que é economicamente inviável, já que servidores e hardwares associados representam a maior parte do custo total de propriedade de um data center (Patel *et al.*, 2025).

Os equipamentos de TI ficam localizados em uma sala ou salão (*hall*), de onde o calor é expelido por meio de exaustão. Esse ar quente é, então, extraído, resfriado e recirculado no ambiente (Mytton, 2021).

Existem diversos métodos de resfriamento para data centers, mas a abordagem geral para data centers do tipo hiperescala envolve o uso de **chillers**, ou resfriadores de água¹⁴, que reduzem a temperatura do ar ao resfriar a água, normalmente para 7 a 10 °C, a qual é então utilizada como meio de transferência de calor. Alguns data centers utilizam torres de resfriamento, nas quais o ar externo passa por um meio úmido, fazendo com que a água evapore. Ventiladores expelem o ar quente e úmido, enquanto a água resfriada é recirculada. Outros utilizam economizadores adiabáticos, em que a água é borrifada diretamente no fluxo de ar ou sobre uma superfície de troca térmica, resfriando o ar que entra no data center. Essas técnicas pertencem ao chamado “circuito aberto de resfriamento de um data center”¹⁵, e a evaporação, parte dos seus processos, leva à perda de água. Por exemplo, um pequeno data center de 1 MW utilizando esses métodos tradicionais de resfriamento pode consumir cerca de 25,5 milhões de litros de água por ano (Mytton, 2021).

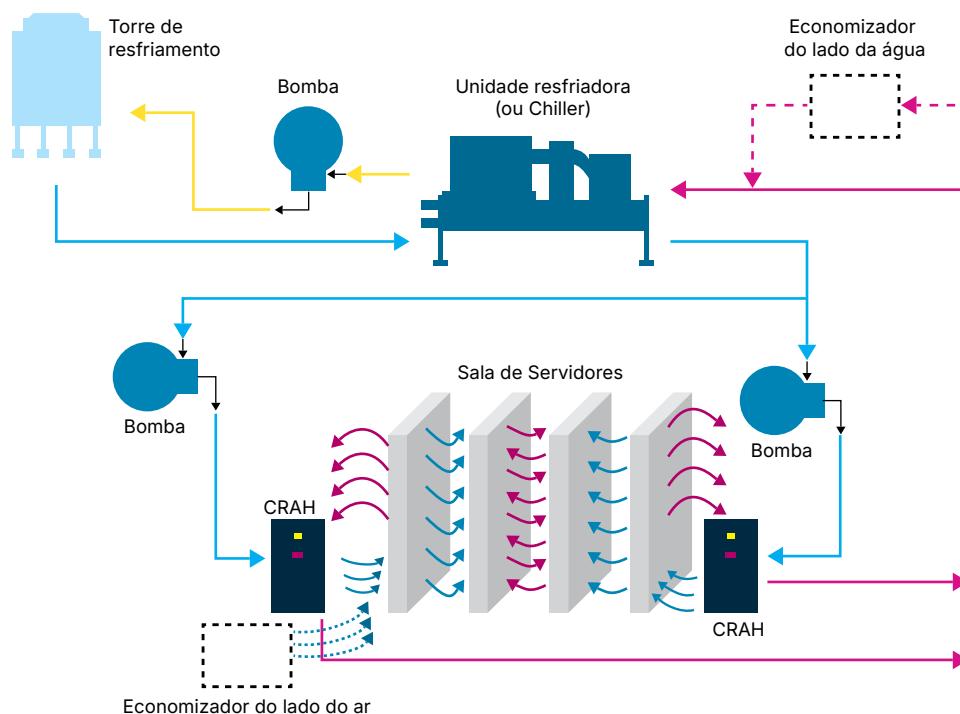
14 Os chillers são o “coração” do sistema de refrigeração, responsáveis por fornecer água/fluido gelado para manter os servidores operando em condições seguras.

Esses equipamentos são responsáveis por resfriar a água que será utilizada nos sistemas de climatização para manter a temperatura adequada dos servidores.

15 É chamado de “sistema de circuito aberto” porque circula ar por um espaço aberto. Essencialmente, é o mesmo que um sistema de ar-condicionado central que distribui ar frio por uma casa por meio de um sistema de dutos. Agora, um data center com circuito aberto é um tipo de instalação onde a água usada para retirar o calor dos equipamentos não é totalmente reutilizada, parte dela é perdida no processo, geralmente por evaporação, sendo necessária reposição contínua de água (Brasscom, 2025).

Imagen 2 – Sistema de Circuito aberto de um data center

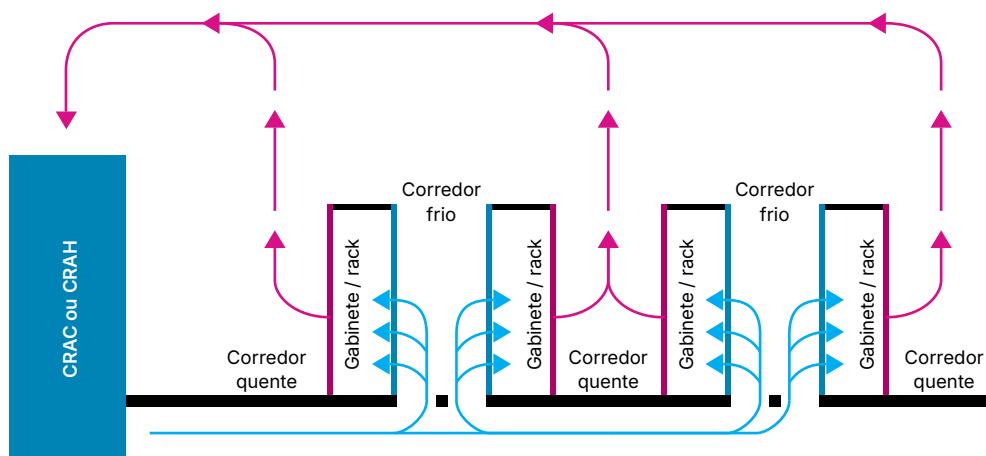
- Água fria
- Ar frio de entrada (ou Ar frio novo)
- Água quente
- Ar quente de exaustão (ou Ar quente exausto)
- Água morna



A quantidade de água que vai ser consumida no processo de resfriamento dos equipamentos de um data center depende, em grande medida, do tipo de técnica empregada para o sistema de resfriamento. Essenciais para controlar o calor gerado pelos equipamentos, os sistemas de refrigeração evitam superaquecimento, possíveis acidentes e prolongam a vida útil dos dispositivos. Para conseguir esse controle, usam tecnologias como a **Unidade de Tratamento de Ar para Sala de Computadores (CRAH pelas sigla em inglês)**: estas unidades mantêm temperatura e umidade ideais. A CRAH tem como alvo uma sala de servidores inteira ou linhas, ou racks específicos de servidores (Susnjara; Smalley, 2024). A CRAH emprega ventiladores, serpentinas de resfriamento e um sistema de água gelada (o *chiller*) para remover o calor. Ela é semelhante a uma unidade de tratamento de ar com água gelada encontrada na maioria dos edifícios comerciais de grande porte. Neste caso, o resfriamento é obtido ao soprar o ar sobre serpentinas preenchidas com água gelada (Livin, 2019).

Este tipo de tecnologia é comumente usado na técnica de resfriamento chamada de **"Hot Aisle/Cold Aisle (Corredor Frio/Corredor Quente)"**: uma técnica de organização física dos racks de servidores em data centers, com o objetivo de otimizar a refrigeração. A técnica Cold Aisle (Corredor Frio) é uma forma de organização do espaço entre duas fileiras de racks em que as entradas de ar frio dos servidores ficam voltadas uma para as outras (ver imagem abaixo). O ar frio, geralmente vindo do piso elevado ou de unidades de ar-condicionado, é direcionado para esse corredor, onde os servidores o absorvem para resfriar seus componentes internos. Por outro lado, a técnica Hot Aisle (Corredor Quente) é o espaço entre as partes traseiras dos racks, por onde é expelido o ar quente depois que os servidores utilizam o ar frio. Esse ar quente é, então, capturado e levado de volta aos sistemas de climatização (Susnjara; Smalley, 2024).

Imagem 3 – Sistema de Corredor Frio / Corredor Quente de um data center



Fonte: Elaboração própria a partir de UFRN (20--).

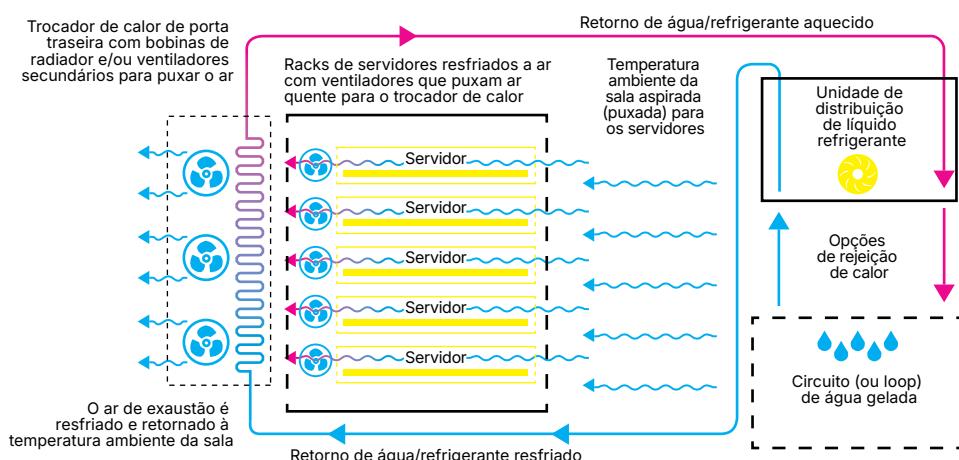
Esta técnica possui várias desvantagens e impactos socioambientais, como: o alto consumo de energia e água, especialmente em climas quentes; e a geração de mais barulho devido ao uso de ventiladores de alta potência (Zhou, 2025).

Uma alternativa a essa técnica que a indústria vem utilizando — inclusive a indústria brasileira, segundo estudo da Brasscom (2025) — é o **resfriamento de circuito fechado** (ou seja, com pouca perda de água). Nele, a água circula por uma serpentina, que é resfriada por ventiladores. Esse método é o que menos consome água.

O abastecimento de água inicial do sistema ocorre apenas uma vez, durante a instalação e o preenchimento do circuito. Nessa etapa, a água geralmente provém da rede de abastecimento municipal ou de poços, dependendo da região. Após o enchimento, a água circula continuamente em um circuito fechado, percorrendo o *chiller*, as bombas, as tubulações, as serpentinas e retornando ao *chiller*. Durante a operação normal, essa água não é descartada nem consumida, sendo reutilizada continuamente. O sistema pode apresentar pequenas perdas devido a evaporação, vazamentos ou purgas realizadas em manutenção. Nesses casos, a reposição é feita com água nova, seja via caixa-d'água ou diretamente da rede (Laughing; Ruvalcaba, 2025).

Os sistemas de resfriamento em circuito fechado mantêm o fluido refrigerante (água ou outro refrigerante) completamente contido e usam o ar como dissipador final de calor. Por exemplo, um *chiller* a ar remove o calor do circuito de água do data center por meio de um ciclo de refrigeração e, em seguida, o dissipava através de uma serpentina condensadora (ou condensador) externa resfriada por ventiladores (como um ar-condicionado gigante). Neste caso, não é necessária torre de resfriamento: o calor é expelido diretamente para o ar externo. Esse sistema resulta em consumo zero de água em operação normal (Laughing; Ruvalcaba, 2025).

Imagen 4 – Sistema de resfriamento de circuito fechado



Fonte: Elaboração própria a partir de Laughing e Ruvalcaba (2025).

A desvantagem é que os sistemas a ar podem ter um maior consumo de energia, sobretudo em climas quentes, porque os compressores dos chillers precisam trabalhar mais para rejeitar calor em um ar de 35 °C, em comparação com os 24 °C de bulbo úmido obtidos com torres de resfriamento (Laughing; Ruvalcaba, 2025).

Unidades maiores podem resfriar até 2 MW, mas exigem mais de 20 ventiladores, o que se traduz em maior consumo de energia (Patel et al., 2025). Isto quer dizer que, embora este sistema demande pouca água para funcionar, ele consome muita energia. Neste caso, se, por exemplo, o fornecimento de energia vier de uma hidrelétrica, o consumo de água de forma indireta (para geração de energia) seria atribuído ao data center. Vale a pena destacar que, segundo estudo da Associação das Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e de Tecnologias Digitais (Brasscom) com apoio da Associação Brasileira de Data Centers (ABDC), aproximadamente 80% do parque da indústria de data centers brasileira afirmam utilizar este tipo de sistema de resfriamento (Brasscom, 2025).

Tabela 2 – Diferenças entre Sistema de Circuito Aberto e Sistema de Circuito Fechado

Tipo de sistema	Círculo aberto (há perda de água por evaporação)	Círculo fechado (sem perda de água)
Mecanismo de resfriamento	Dissipa calor usando evaporação da água, aproveitando a temperatura de bulbo úmido.	Dissipa calor soprando ar sobre serpentinas com água, sem evaporação.
Eficiência térmica	Maior eficiência, pois a evaporação aumenta a capacidade de resfriamento.	Menor eficiência, já que não usa a vantagem do bulbo úmido.
Consumo de água	Alto consumo de água de forma direta e indireta.	Pouco consumo de água.
Questões ambientais/políticas	Pode exigir licenças, enfrentar protestos e conflitos com as comunidades, e restrições em regiões com escassez de água.	Evita problemas de escassez ou licenciamento hídrico.
Custos operacionais	Custos de tratamento e reposição de água.	Maior consumo de energia elétrica devido ao grande número de ventiladores.

Fonte: elaboração própria.

Outro tipo de técnica de resfriamento é a **refrigeração líquida**, que ao contrário do resfriamento a ar, que move o calor usando ar gelado, usa fluidos com condutividade térmica eficiente para absorver e transportar calor para longe dos componentes do servidor. Líquidos podem transferir calor de forma muito mais eficiente, até 3.000 vezes melhor do que o ar. O líquido resfriado é direcionado para onde é mais necessário, geralmente próximo ou em contato direto com componentes quentes, como CPUs e GPUs, antes de ser circulado e resfriado novamente em um ciclo (Zhou, 2025). As tecnologias de resfriamento líquido bombeiam o líquido diretamente para os processadores ou, às vezes, imergem os servidores no líquido refrigerante¹⁶.

Conforme Zhou (2025), existem três métodos de resfriamento líquido aplicados em data centers:

- **Resfriamento direto ao chip:** placas frias conectadas a CPUs ou GPUs recebem o líquido de resfriamento, que remove o calor diretamente da fonte e o leva a um trocador de calor. É altamente eficiente e preciso.
- **Trocadores de calor na porta traseira:** instalados atrás dos racks, capturam o ar quente expelido pelos servidores e o resfriam por meio de um sistema líquido, sendo uma solução prática para adaptar estruturas já existentes.
- **Resfriamento por imersão:** servidores ou componentes ficam submersos em fluidos dielétricos que absorvem calor. Pode ser: **monofásico**, quando o líquido circula sem mudar de estado; ou, **bifásico**, quando o líquido evapora ao absorver calor e depois condensa, oferecendo maior eficiência.

Essa tecnologia se apresenta muito mais eficiente quando comparada com o sistema de resfriamento por ar condicionado. Uma pesquisa sobre energia e resfriamento da indústria de data centers realizada pela empresa de mídia Data Center Dynamics traz números interessantes:

Os resultados mostram uma leve preferência pela refrigeração direta ao chip (26,39%), seguida por soluções híbridas (23,61%), o que sugere que o mercado já está explorando tecnologias de liquid cooling (resfriamento líquido), ainda em estágios de avaliação e adoção gradual. No entanto, uma parte considerável (19,44%) ainda não tem clareza sobre qual solução é mais adequada, e 12,50% sequer consideram o uso de refrigeração líquida como viável

DCD, 2025

Outro ponto a destacar sobre esta técnica é que não é a primeira escolha da indústria pelos seus altos custos iniciais para hardware e infraestrutura especializada, além de que requer novos treinamentos especializados para os operadores do sistema (Zhou, 2025).

16 O resfriamento por imersão é um método de resfriamento líquido no qual servidores e outros componentes do rack são submersos em um líquido ou fluido dielétrico termicamente condutor dentro de um tanque selado. Este líquido, conhecido por suas excelentes propriedades de transferência térmica, absorve o calor dos equipamentos de TI para um resfriamento eficiente. O calor absorvido é, então, bombeado para uma unidade de distribuição de refrigerante (CDU) contendo um trocador de calor de placas soldadas. O circuito de resfriamento primário, conectado a um resfriador seco ou sistema de recuperação de calor residual, é separado do circuito secundário que contém o líquido dielétrico. Essa configuração transfere efetivamente o calor para fora do edifício, permitindo um resfriamento econômico e eficaz (Ebermann, 2025).

Algumas empresas vêm trabalhando para tornar mais eficiente seu consumo de água potável, reutilizando-a. Mesmo assim o resfriamento de data centers leva a um grande desperdício, devido à já mencionada evaporação (Guimarães; Evangelista, 2024). Vale mencionar que o processo de resfriamento de um data center não consome somente água, mas também energia (Mytton, 2021). ■

2.3.3 Água utilizada para gerar a energia das estações de tratamento de esgoto que tratam as águas residuais geradas por um data center

Outra forma indireta de consumo de água e emissão de carbono atribuída aos data centers é a água utilizada para gerar a energia das estações de tratamento de esgoto que tratam as águas residuais geradas pelo data center. As estações de tratamento de águas residuais são uma importante fonte de emissão de gases de efeito estufa. Em 2017, a emissão total de GEE proveniente dessas instalações foi estimada em 20 milhões de toneladas métricas. A água consumida e os GEE emitidos para gerar a energia que irá suprir o funcionamento da planta de pré-tratamento da água também são atribuídos à pegada hídrica e de carbono do data center. As águas residuais de um data center são compostas em grande parte por água de purga, ou seja, a porção da água de resfriamento retirada do sistema de circulação e substituída por água doce para evitar a concentração excessiva de componentes indesejáveis. Assume-se que todos os data centers utilizam abastecimento de água potável e reciclam essa água até que a concentração de sólidos dissolvidos atinja aproximadamente cinco vezes a da água fornecida (Siddik; Shehabi; Marston, 2021). ■

2.4 Medição do consumo de energia e água dos data centers

Como temos mostrado, os data centers são grandes consumidores de energia elétrica e água. Mas como isso tem sido mensurado até hoje? Conforme aponta a Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD) em seu último relatório, *Digital Economy Report 2024*, não tem sido fácil achar dados sólidos sobre o consumo de energia dos data centers.

Agências estatísticas nacionais e organizações intergovernamentais, como a Comissão Europeia e a Agência Internacional de Energia (IEA), coletam e publicam estatísticas oficiais sobre o uso de energia em diversos setores e serviços, como subsetores industriais (incluindo aço e cimento) e modais de transporte (por exemplo, transporte rodoviário e ferroviário). No entanto, até o momento, há uma escassez de dados sobre o consumo de energia dos data centers, sendo que apenas alguns países realizaram medições ou estimativas nesse sentido

UNCTAD, 2024, p. 76

Além disso, as diferenças na metodologia, nos limites dos sistemas analisados e nas fontes de dados utilizadas dificultam a comparação entre as diversas estimativas. Assim, estabelecer relações estatísticas sólidas e medidas confiáveis tem se mostrado praticamente inviável (Mytton; Ashtine, 2021). Isso evidencia a necessidade de metodologias mais padronizadas e objetivas de medição, de modo a permitir que os governos e as comunidades planejem de forma mais eficaz a gestão da eletricidade em regiões onde data centers operam ou possam ser instalados (UNCTAD, 2024).

Apesar da falta de padronização e da inconsistência na geração de dados sobre o consumo de energia dos data centers, um indicador

tem sido muito usado pela indústria para medir a eficiência energética dessas infraestruturas. Trata-se do PUE (*power usage effectiveness*, ou efetividade no uso de energia). O PUE indica quanto da energia consumida é utilizada diretamente pelos equipamentos de TI, em contraste com a energia destinada à infraestrutura do data center, como os sistemas de resfriamento e os sistemas de tratamento de água e água residual. Isto é chave considerando que mais dos 30% da energia consumida pelo data center pertence aos sistemas de resfriamento e às estações de tratamento de água residual (Mytton, 2021). O PUE é calculado com a seguinte fórmula:

$$\text{PUE} = \frac{\text{Energia total fornecida ao data center}}{\text{Energia consumida pelos equipamentos de TI}}$$

Um PUE ideal é 1,0. E esse valor significa que toda a energia consumida pelo data center é utilizada exclusivamente pelas operações de TI (servidores, sistemas de redes, etc.). Se o PUE estiver acima de 1,0, significa que parte da energia é consumida por sistemas não relacionados às operações de TI — entre eles: sistemas de resfriamento ou iluminação. Neste caso, é preciso adotar medidas para reduzir o consumo de energia desses sistemas. Por exemplo, a otimização da refrigeração e o uso de iluminação mais eficiente. Como a água é consumida indiretamente durante a geração de eletricidade, um uso mais eficiente dessa energia também implicaria em um uso mais eficiente da água (Mytton, 2021).

Para esclarecer melhor: um PUE de 1,2 indica que, para usar 1kWh para o hardware de computação, o consumo total de energia do data center é de 1,2kWh. Atualmente, a média global de PUE em data centers é de aproximadamente 1,6, o que significa que, para cada 1,6 kWh de eletricidade consumida, 1 kWh é utilizado pelos equipamentos de TI e 0,6 kWh é destinado ao resfriamento e a outros sistemas não relacionados diretamente à TI (UNCTAD, 2024).

O PUE não deve ser entendido como uma única avaliação, mas, sim, como um acompanhamento contínuo. Por isso, monitorar o PUE de um data center ao longo do tempo fornece uma visão abrangente da evolução de seu desempenho.



Monitorar o PUE dos data centers pode nos ajudar a estabelecer limites ao consumo de energia dessas infraestruturas para mitigar os impactos socioambientais e controlar o consumo de energia, ou estabelecer padrões de sustentabilidade energética, como fez, por exemplo, a Alemanha em 2023, que estabeleceu a Lei de Eficiência Energética (EDD), impõe a criação de um relatório a data centers com potência instalada a partir de 300 kW. A lei também amplia a obrigação de estabelecer um sistema de gestão de energia para data centers e clientes que demandam mais de 50 kW nos equipamentos instalados. Em relação ao PUE, deve estar entre 1,5 e 1,2, dependendo da idade do data center (UNCTAD, 2024).

Essas leis procuram se adaptar aos diferentes tipos de data centers que operam. A China fez isso muito bem: em 2016, estabeleceu a norma GB/T 32910-2016, que redefine outra métrica, a *Electric Energy Usage Effectiveness* (EEUE) em relação ao PUE, corrigindo lacunas dos padrões domésticos de eficiência elétrica em data centers (Fernandes; Mendes et al., 2025). A EEUE utiliza a mesma fórmula do PUE, considerando 1 como máxima eficiência energética, embora reconheça que esse valor ideal não é realisticamente atingível.

Para tornar a métrica mais precisa, a EEUE considera fatores como tecnologia de refrigeração, taxa de utilização da carga, classificação do data center e clima regional, resultando na métrica ajustada EEUE-X, que compensa diferenças sistêmicas. Com base nos valores da EEUE, os data centers são classificados em cinco categorias: economizadores de energia (até 1,6), relativamente economizadores (até 1,8), qualificados (até 2,0), relativamente consumidores (até 2,2) e altamente consumidores de energia (acima de 2,2) (Fernandes; Mendes et al., 2025). Esta métrica pode ser mais acurada para considerarmos a medição de eficiência energética em países como o Brasil. ■

2.4.1 O problema do uso do PUE como métrica de eficiência energética

Embora o PUE seja amplamente utilizado como indicador, por excelência, para a medição do consumo de energia dos data centers, ele também tem sido alvo de críticas quanto à forma como é aplicado nos relatórios de consumo das empresas do setor.

Por definição, a potência é a taxa na qual a energia é utilizada. Um valor instantâneo de potência representa apenas um ponto específico em um perfil de consumo de energia e pode não refletir adequadamente o uso total de energia. Da mesma forma, o valor do PUE representa a eficiência energética da infraestrutura de um data center em um momento específico. As características de potência dos sistemas de infraestrutura são sensíveis a mudanças no ambiente, como variações de temperatura. Como resultado, a eficiência energética de um data center depende da temperatura e, consequentemente, também do tempo, especialmente quando se consideram variações climáticas ou sazonais (Yuventi; Mehdizadeh, 2013). Assim, o PUE de um data center pode variar de acordo com a hora do dia e a época do ano, particularmente em climas com grandes variações térmicas diárias ou sazonais.

Para ilustrar isso, vamos supor que tenhamos dois data centers, um no Rio Grande do Sul e outro no Ceará, os quais possuem a mesma potência instalada e a mesma tecnologia em equipamentos de TI e resfriamento. Apesar de eles terem a mesma potência instalada e os mesmos equipamentos de TI, não irão ter o mesmo desempenho ou consumir a mesma quantidade de energia no inverno. Isso porque, no Rio Grande do Sul, as temperaturas nessa estação são muito mais baixas que no Ceará, o que implica um menor consumo de energia para resfriar os equipamentos de TI em relação ao seu par no Ceará. Da mesma forma, pode acontecer no verão, quando as temperaturas costumam ser bem mais altas no Ceará do que no Rio Grande do Sul. Essas condições vão gerar picos de consumo e desempenho, variações que vão oscilar para cima ou para baixo segundo as condições climáticas no decorrer do tempo.

Devido a isto, especialistas recomendam que, para que o PUE seja eficaz na representação do consumo de energia, é necessário ajustá-lo de modo a refletir a influência do tempo. Isso pode ser feito exigindo que os relatórios de PUE representem valores médios observados ou estimados ao longo de um período significativo — por exemplo, pelo menos um ano, a fim de considerar as variações sazonais (Yuventi & Mehdizadeh, 2013) —, e não apenas medidos no momento de entregar o relatório. ■

2.4.2 Medição do uso de água em data centers

Da mesma forma que o PUE tenta representar o consumo de energia de data centers, o WUE (*Water Usage Effectiveness*, ou eficácia do uso da água) é uma métrica para o consumo de água nessas instalações, definida da seguinte maneira:

$$WUE = \frac{\text{Consumo Anual de Água no Local}}{\text{Energia dos Equipamentos de TIC}}$$

A unidade é L/kWh. No entanto, essa métrica oferece uma visão limitada, por considerar somente a água consumida no local. Como discutido anteriormente, a água utilizada na geração de eletricidade também é relevante para entender a pegada hídrica total de um data center (Mytton, 2021). Outra métrica utilizada pela indústria é o WUEsource, que coloca na equação a água usada para gerar a fonte de energia do data center. O WUEsource é definido como:

$$WUE_{\text{source}} = \frac{\text{Uso de Água da Fonte de Energia Atual} + \text{Consumo Anual de Água no Local}}{\text{Energia dos Equipamentos de TIC}}$$

A disponibilidade de fatores de intensidade hídrica para calcular o uso de água da fonte de energia anual é uma limitação desta métrica, e o motivo pelo qual o WUE é mais usado.

O WUE também tem sido incluído como uma métrica energética, mas isso se justifica pelo fato de que, quando os data centers estão sob pressão para reduzir o PUE a níveis muito baixos, a adoção de sistemas de resfriamento intensivos em água pode ajudar a minimizar o PUE (CNDC, 2024). A inclusão do WUE neste contexto serve para garantir que a eficiência energética não esteja sendo alcançada às custas de outros aspectos do desempenho em sustentabilidade. Nesse caso, incluir um limite para o uso de água funciona unicamente como um desincentivo ao aumento da intensidade hídrica com o objetivo de reduzir o PUE (CNDC, 2024).

Vale a pena destacar que nenhum dos três principais provedores de nuvem (Microsoft, AWS, Google) publica métricas de eficiência hídrica, embora tanto o Google quanto a Microsoft relatem o consumo total de água por ano fiscal (Mytton, 2021). Existem lacunas significativas no nosso conhecimento sobre o uso de água por data centers. Um estudo recente da ONU resumiu bem a situação: “a falta de transparência por parte dos operadores de data centers dificulta o acesso a informações atualizadas e a avaliação do consumo de água do setor ao nível nacional ou regional” (UNCTAD,

2024). Por outro lado, alguns pesquisadores apontam haver ainda menos transparência em relação ao uso de água do que ao uso de eletricidade por parte dos data centers (Li et al., 2025). ■

2.4.3 Medição do consumo de energia renovável

A indústria de data centers, na tentativa de fazer de suas atividades menos intensivas e dependentes de energias fósseis e água, assim como para diminuir a emissão de GEE — que têm motivado as crises climáticas e os impactos socioambientais mencionados —, vem implementando, ainda que de forma minoritária¹⁷, o uso de energias renováveis, especificamente energia solar e eólica. Assim, têm se criado indicadores para medir quanto da energia consumida pelos data centers é energia renovável. O Fator de Energia Renovável (REF, Renewable Energy Factor) mede a proporção de energia renovável no consumo total de energia de um data center. Portanto, não se trata de um indicador de eficiência energética, mas, sim, de uma métrica relacionada à origem da energia utilizada (Gáscon; López; Oeko, 2025).

¹⁷ Apesar do crescente interesse global pela sustentabilidade, apenas 12,44% mencionaram como prioridade a busca por fontes de energia renovável, o que sugere que os esforços ainda estão mais focados na estabilidade do fornecimento de energia do que na transição energética (DCD, 2025).

$$\text{REF} = \frac{\text{Quantidade total de energia fornecida por fontes renováveis (em kWh)}}{\text{Consumo total de energia do data center (em kWh)}}$$

2.4.4 Limitações do uso de energia renovável

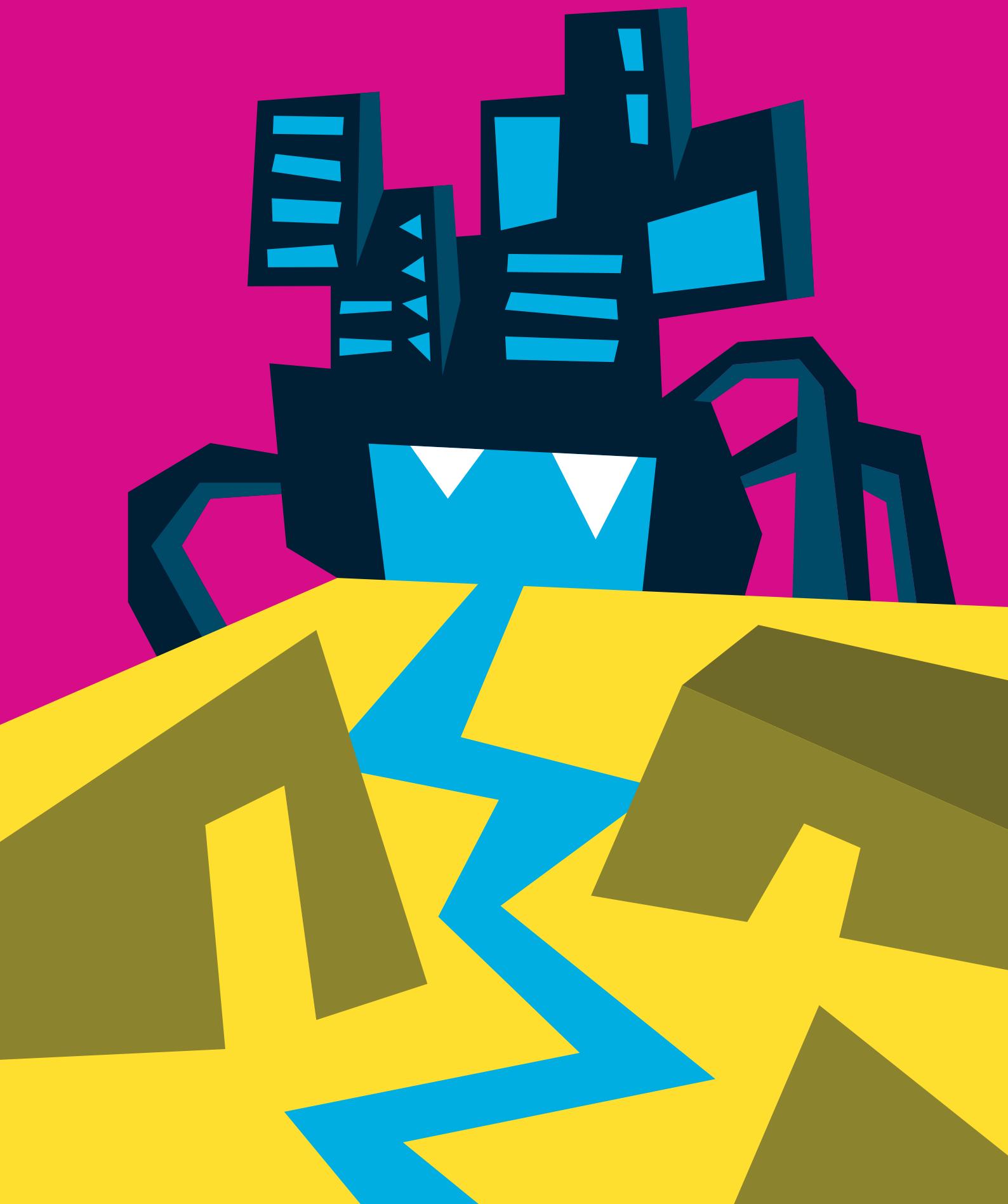
Globalmente, os data centers obtêm 15% de sua energia de fontes nucleares e 56% de combustíveis fósseis. Atualmente, as fontes chamadas de "renováveis" — principalmente a eólica, a solar e a hidrelétrica — representam 27% da eletricidade consumida pelos data centers. Até 2030, espera-se que elas correspondam a 50%, principalmente devido ao crescimento da energia eólica e solar em todo o mundo (SKIDMORE, 2025). Segundo estudo mais recente da DCD, apenas 11,11% dos data centers da indústria afirmam estarem

abastecidos completamente por energias renováveis¹⁸ e mais de 18% não têm planos de fazer uma transição energética para energias renováveis (DCD, 2025).

Isto pode ser porque integração de energia renovável em data centers causa dificuldades técnicas. Os data centers podem gerar sua própria energia renovável (autogeração), obtê-la de uma usina próxima (co-localização) ou simplesmente comprar energia renovável de um fornecedor externo nos mercados ou por meio de um acordo de compra de energia. No caso de um data center ser abastecido apenas com energia renovável local, o balanceamento em tempo real entre oferta e demanda é um desafio que deve considerar: I) as necessidades dos data centers por um fornecimento de energia altamente confiável para sustentar sua qualidade de serviço; II) as flutuações de sua carga, que podem ser grandes entre o pico e o comportamento usual; e III) a variabilidade, intermitência e as propriedades não despacháveis da geração de energia renovável (Rostirolla et al., 2022).

Como consequência, abastecer um data center apenas com fontes renováveis intermitentes é atualmente inviável. Melhor dizendo, a um custo e confiabilidade razoáveis, não é possível manter em operação um data center de grande escala somente com fontes renováveis (Rostirolla et al., 2022). Para um data center de grande escala funcionar somente com energias renováveis, é indispensável contar com dispositivos de armazenamento de energia, baterias. E as baterias são caras, o que acaba sendo um dos motivos pelos quais a maioria das empresas opta por fontes de energias mais estáveis, como energias fósseis. ■

¹⁸ O estudo não especifica quais energias renováveis nem se as hidrelétricas são consideradas energias renováveis, o que pode ser controverso.



3. Sobre os impactos socioambientais dos data centers no mundo

Apesar de o nosso estudo estar focado nos impactos socioambientais da indústria dos data centers na América Latina, precisamos, também, olhar para os impactos e problemas que essa indústria vem causando no Norte Global e em outros países do Sul Global — onde essa indústria tem se expandido com maior intensidade. Segundo vários estudos, as três principais empresas do setor — Microsoft, Google e Amazon — operam data centers em muitas das áreas mais secas do mundo e planejam expandir sua capacidade em 78%, totalizando 632 data centers (em operação e em desenvolvimento), acarretando uma maior demanda de água e energia, portanto, levantando sérias preocupações para setores da sociedade, em especial as comunidades onde essa indústria opera, que acabam competindo com essas empresas pelo acesso à água potável (Sourcematerial; The Guardian, 2025; Temple, 2025)¹⁹. Isto já vem acontecendo no deserto do estado de Nevada nos Estados Unidos, onde as três grandes empresas supracitadas e outras do setor estão expandindo a capacidade e o território dos seus data centers e criando novas infraestruturas. Segundo especialistas, mais de 13 bilhões de metros quadrados estão sendo desenvolvidos, e registros públicos da NV Energy, a concessionária que detém quase o monopólio de energia no estado, revelam que uma dúzia de projetos de data centers solicitou quase seis gigawatts de capacidade elétrica para a próxima década. Tais necessidades energéticas sugerem que esses projetos poderiam consumir bilhões de galões de água por ano (Temple, 2025). Todo esse desenvolvimento massivo está ocorrendo em um estado no qual grande parte da população tem enfrentado condições severas de seca há anos; agricultores e comunidades estão esgotando muitos dos aquíferos subterrâneos

19 Apesar do segredo que as empresas mantêm sobre a locação dos seus data centers, a análise da SourceMaterial e The Guardian identificou, usando ferramentas como Baxtel e Data Center Map, 38 data centers ativos operados pelas três grandes empresas em regiões do mundo que já enfrentam escassez de água, além de outros 24 em fase de desenvolvimento. Os desenvolvimentos e as operações estão espalhados por todos os continentes, com exceção da Antártica.

do estado mais rapidamente do que eles podem ser reabastecidos; e o aquecimento global está extraíndo cada vez mais umidade dos riachos, arbustos e solos da região (Temple, 2025).

Porém, a escala completa e os possíveis impactos ambientais desses empreendimentos não são totalmente conhecidos, pois a área ocupada, as necessidades energéticas e os requisitos hídricos costumam ser sigilosos, sob a desculpa de serem “segredos corporativos” bem guardados pelas empresas e as entidades estatais. Por isso, a maioria das empresas se recusam a fornecer informações adicionais sobre os projetos a vários veículos jornalísticos (Temple, 2025) e às comunidades afetadas. Esse comportamento se repete em outros casos de iniciativas para instalar data centers na América Latina, como mostraremos mais adiante neste estudo.

Na Malásia, especificamente na cidade de Johor, que se tornou o principal mercado de data centers do país e caminha para ser o maior do Sudeste Asiático, iniciou em junho de 2024 um processo rigoroso de triagem das solicitações, por meio de um comitê ad hoc, diante das preocupações de que data centers bilionários possam sobrecarregar os recursos locais, como água e eletricidade, nos próximos anos. De um total de 14 solicitações apresentadas por operadores estrangeiros de data centers, pelo menos quatro foram rejeitadas no ano passado, principalmente porque os operadores envolvidos não demonstraram práticas sustentáveis para reduzir o uso de água e energia (Saieed, 2024). A Malásia é um dos poucos países que têm tomado medidas para controlar o crescimento, na maioria das vezes desmesurado, da indústria dos data centers. ■

3.1 Preâmbulo à análise do impacto socioambiental dos data center na América Latina

Como já mencionamos, as infraestruturas dos data centers costumam ocupar uma grande extensão territorial²⁰, além de consumir grandes quantidades de energia e água para manter seus equipamentos em funcionamento na escala 24/7, a fim de garantir que e-mails, mensagens, streamings, movimentações bancárias, entre outros serviços digitalizados que costumamos usar no nosso dia a dia e que sustentam negócios de todos os setores da economia estejam funcionando ininterruptamente. Devido a essa prerrogativa de funcionamento, a demanda por energia e água tende a ser elevada e constante.

Em resumo, água, energia e território são elementos fundamentais para um data center existir. Os incentivos fiscais locais e os terrenos baratos completam alguns dos requisitos básicos para o investimento de empresas de tecnologia em uma comunidade ou território específico. A geografia física, a política local, a acessibilidade de infraestrutura e a proximidade com os principais mercados de consumo e produção de informação desempenham, cada um, um papel essencial em determinar onde e quando a “nuvem” toca o solo (Fard, 2018).

Data centers são frequentemente mantidos distantes da atenção pública por suas detentoras, em termos de acesso, localização e modos de funcionamento. Estes, no entanto, não são os únicos

²⁰Para se ter ideia, em termos de escala, o maior data center da América Latina, situado em Vinhedo (SP), ocupa 46 mil metros quadrados de terras, o equivalente a quase sete campos de futebol (Ascenty, 2024). Já o maior do mundo, na China, cobre 1 milhão de metros quadrados, ou seja, 140 campos de futebol (Facca, 2025).

aspectos invisibilizados. O discurso endossado pelos líderes das *big techs*, ao hipervisibilizar o progresso que (teoricamente) será alcançado a partir do uso de suas tecnologias e infraestruturas digitais, oculta, por exemplo, as mudanças territoriais, econômicas e ambientais causadas pela instalação de um data center (Guimaraes; Evangelista, 2024). O desconhecimento sobre o uso anterior do espaço agora ocupado por data centers normaliza, material e imaterialmente, a noção de que a natureza é um mero receptáculo destinado a abrigar as estruturas e as máquinas da economia digital (Hogan, 2015).

Agora, também devemos considerar que, para que um data center consiga alcançar o funcionamento necessário e, assim, atender as demandas a que se propõe, os seguintes fatores devem ser considerados e analisados como parte da cadeia produtiva e da infraestrutura que mantém o chamado “ambiente digital”: I) a dependência de energia marrom, gerada a partir de fontes poluentes como carvão e petróleo; II) a emissão massiva de CO₂; III) a extração intensiva de minerais para fabricação de componentes físicos; IV) a geração de lixo eletrônico e resíduos; V) o elevado consumo de água (Fernandes; Mendes et al., 2025); VI) a geração de conflitos territoriais quando sua implementação ocorre próximo a comunidades indígenas, tradicionais e de pequenos agricultores, sem consulta livre, prévia e informada (Herrera, 2022); e VII) o uso de energias renováveis (solar e eólica) e o acirramento de conflitos socioterritoriais decorrentes da implantação dessas infraestruturas (Alves, 2025).

Quer dizer, ao analisarmos os impactos socioambientais dos data centers, precisamos fazê-lo sob um olhar sociotécnico sistêmico, que abranja não somente os impactos decorrentes do espaço onde o data center é implantado e opera, mas também os impactos gerados, por exemplo, pelos cabos submarinos pelos quais transitam os dados; pelas minas ao ar livre de onde são extraídos minérios e terras raras com os quais se fabricam dispositivos, baterias, processadores, computadores, servidores e chips, assim como olhar para as emissões de carbono que gera a fundição desses minerais; pela energia incorporada associada à fabricação dos mencionados dispositivos; e pela aparelhagem que conformam a infraestrutura que dá vida ao digital. E não podemos deixar de fora o lixo eletrônico resultante da perda de vida útil dos equipamentos de TI dos centros de dados. Resumindo, os data centers não são apenas “nuvens digitais”: são territórios físicos ancorados em minas, trabalhadores explorados e ecossistemas ambientais degradados (Acciolly Filho, 2025). Em outras palavras, devemos seguir a cadeia produtiva toda para entender quais são os reais impactos socioambientais e climáticos gerados para que essas infraestruturas existam²¹.

Bolte e Van Wynsberghe afirmaram, sob um olhar sistêmico para a cadeia produtiva do carro elétrico, que essa tecnologia “contribuirá para a sustentabilidade somente na medida em que toda a cadeia de desenvolvimento do carro contribuir para a sustentabilidade”

²¹ De acordo com a ONG Greenpeace (2020), se o sistema da internet fosse um país, que agrupa, além dos data centers, a produção de eletrônicos, a utilização de interfaces e toda a infraestrutura de funcionamento, estaria em terceiro lugar no ranking de consumo energético mundial, atrás apenas da China e dos EUA. O sistema cresce exponencialmente e é potencializado pelo processo de digitalização que cada vez mais se faz em todas as instâncias da vida humana.



(Bolte; Van Wynsberghe, 2025, p. 1737). A mesma perspectiva, podemos empregar quando formos analisar a sustentabilidade dos data centers e, em especial, daqueles que sustentam a estrutura da IA. Ao falarmos de sustentabilidade, continuam as autoras, "nos referimos a uma propriedade de sistemas em grande escala, e não a uma propriedade da tecnologia ou do objeto em questão. O atributo 'sustentável', se é que deve ser atribuído a objetos, precisa ser entendido como relativo: um objeto só pode ser sustentável em relação ao sistema do qual faz parte" (p.1737).

Esse olhar sociotécnico sistêmico, próprio dos campos de estudo de uma ética para a IA (*IA ethics*), mas, sobretudo, do campo de estudo para uma IA sustentável, responde a uma necessidade de enxergar o mundo sob o contexto atual, enfrentando o que a ONU classifica como uma tríplice crise planetária: as mudanças climáticas, a poluição generalizada e a perda acelerada da biodiversidade (ONU Brasil, 2022). Nesse cenário, não dá mais para tomar as decisões enquanto sociedade com as lentes que usávamos nos anos 1960, quando a crise socioambiental somente começava a se perceber, nem dá para continuar olhando para as tecnologias como artefatos isolados da sociedade, procurando sua "eficiência energética". Becker, no seu livro *Insolvente: Como reorientar a computação para uma sustentabilidade justa*, critica as culturas da engenharia da computação que adotam o que ele chama de "solvência". A solvência, segundo o autor, implica que a sustentabilidade é apresentada aos profissionais técnicos, e por eles compreendida, como um problema

computacionalmente solucionável (eficiência energética e de recursos), e não de uma forma que enfoque o mundo no qual o consumo de energia e recursos de uma tecnologia específica se torna um problema (Becker, 2023).

Essa visão se reflete, por exemplo, em explicações sobre como o mercado de chips, baterias e processadores estão fazendo com que esses componentes sejam mais eficientes no processamento de informação e tenham capacidade de realizar tarefas mais rápidas e com menos gasto de energia. Ainda que isso seja positivo, não quebra a cadeia produtiva dependente da exploração de terras raras e outros minerais para sua fabricação, cadeia esta que arrasta e perpetua as relações extrativistas com a natureza e as relações problemáticas de trabalho que padecem as pessoas que trabalham nessas minas, para mencionar apenas alguns de tantos problemas que dita cadeia produtiva produz. Esse olhar é o que alguns autores chamam de “práticas tecno-solucionistas”, as quais resolvem os sintomas, mas não os problemas da raiz (Sætra, 2023). Hoje o cenário é outro, e os dados falam o quanto delicada é a nossa situação como espécie humana. A ONU adverte que, embora a IA e a transformação digital possam trazer benefícios, há implicações ambientais, como aumento da demanda por minerais críticos e elementos de terras raras e recursos hídricos para atender às demandas de data centers (UNCTAD, 2024).

Como podemos observar, as bases do imaginário que se tem sobre a virtualidade da internet, o digital, a famigerada nuvem, é, na verdade, de uma materialidade imensa que gera grandes impactos políticos, econômicos, sociais, ambientais e outros relacionados à soberania, que vulneram os direitos dos cidadãos na sociedade. Embora o impacto dessas estruturas seja discutido globalmente, o consumo de energia e água está concentrado em territórios específicos (Domínguez, 2025). Por exemplo, analistas têm percebido que os data centers estão sendo instalados pelas *big techs* (Google, Amazon, Meta, Tik Tok, X) em locais onde elas podem encontrar água e eletricidade baratas, além de padrões ambientais permissivos (McGovern; Brandford, 2024). Essa prática, como indicam os autores consultados e mostraremos nas próximas seções deste trabalho, tem levado à escolha estratégica de regiões com legislação mais flexível, o que, aliado à atuação dos governos, tem facilitado o acesso a energia, água e territórios por parte dessas empresas para beneficiar seus negócios, resultando em possíveis impactos tais como diminuição da qualidade e do acesso à água, e problemas no fornecimento e alto custo da energia nas comunidades locais. A combinação desses fatores (custos reduzidos de operação e regulamentações ambientais menos rígidas) contribui para um cenário preocupante, especialmente em áreas que já enfrentam escassez hídrica ou conflitos pelo uso da terra. ■

3.2 Chile: a comunidade organizada contra os data centers

Há décadas, o governo chileno busca ativamente investimentos estrangeiros no setor digital, implementando políticas para criar um ambiente favorável à construção de data centers. Como resultado, o Chile tornou-se um polo estratégico para data centers na América Latina. Sua capital, Santiago, abriga atualmente 56 data centers em operação, e há mais 9 em outras regiões, totalizando 65 data centers no país, sem contar os que estão em desenvolvimento. Segundo o Google (que instalou seu primeiro e único data center de hiperescala na América Latina em 2015, na comuna de Quilicura), o país oferece “uma combinação ideal de infraestrutura confiável, mão de obra qualificada e um compromisso com regulamentações transparentes e amigáveis aos negócios”²², posicionando-se como um destino competitivo para investimentos globais em tecnologia.

Além de sua relativa estabilidade política e econômica, o Chile possui conexões robustas com cabos submarinos que transportam dados pelo leito oceânico, incluindo uma nova rota crucial em construção entre Santiago e Sydney, na Austrália. O governo chileno avançou ainda mais ao criar recentemente um Plano Nacional de Data Centers para simplificar o ambiente regulatório do setor (Barakat et al., 2025). Para outros autores, como Malamud (2024), o que realmente atrai as multinacionais do setor para países como o Chile é a conjunção entre abundância de recursos naturais, apelo a investimentos externos, regulações permissivas e condições socioeconômicas precárias (pobreza e desemprego), o que cria o ambiente ideal para um mercado que demanda: intenso consumo de recursos, mínima intervenção estatal e ampla disponibilidade de força de trabalho a baixo custo.

²² Google. Quilicura, Chile data center. *Google Data Centers*. [20--]. Disponível em: <https://datacenters.google/locations/quilicura-chile/>. Acesso em: 4 jun. 2025.

Toda essa grande movimentação e abertura do governo chileno às grandes empresas multinacionais do setor da economia de dados tem impactado, e não positivamente, as comunidades onde os data centers estão sendo implantados. A seguir mostraremos dois casos de comunidades que têm sido afetadas e, portanto, têm se organizado para combater os impactos socioambientais dos data centers. ■

3.2.1 Caso Quilicura x *Big techs* e o Estado

Embora o governo chileno tenha lançado seu Plano Nacional de Data Centers recentemente, em 2024, a experiência do Chile com os data centers começou há mais de uma década, em 2012, sem nenhum plano e pouca ou nenhuma regulação do setor, na comuna de Quilicura, como bem relata Rodrigo Vallejos, integrante da organização Resistência Socioambiental Quilicura (RSQ):

Em 2012, o primeiro data center foi instalado em Quilicura, operado pela empresa SONDA. Para evitar avaliação ambiental pelo SEA (Sistema de Avaliação Ambiental chileno), a empresa submeteu uma “consulta de pertinência”. Seu sistema de refrigeração consome 640.813 litros de água diários, água esta que é reutilizada para manter as condições do Club de Golf Aconcagua.

Posteriormente, em 2013, mediante nova consulta de pertinência, foi instalado o data center do Google (PARAM), então o maior da América do Sul, que possui direitos outorgados para extrair 50 litros de água por segundo do aquífero do Maipo.

Os últimos data centers implementados em Quilicura (e os únicos submetidos ao Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental do SEA) foram os da Ascenty 1 e 2, aprovados em 2021. Esses utilizam um sistema *chiller* com recirculação de água, demandando aproximadamente 600.000 litros de água por ano.

Dessa forma, Quilicura transformou-se no epicentro dos maiores data centers do Chile e da América do Sul, sem que essas megacorporações gerem qualquer benefício ambiental ou social para a região

Vallejos, 2022

O data center do Google, instalado em 2015, foi o maior na América Latina à época. Vale destacar que os data centers raramente são instalados de forma isolada. Eles costumam ser construídos aos pares em territórios próximos para garantir redundância, ou seja, a duplicação de elementos críticos em caso de falhas técnicas. Foi assim que, em 2018, a empresa anunciou a construção de um segundo centro de dados na mesma região de Quilicura²³, com um consumo hídrico duas vezes maior em relação ao anterior, atingindo a marca de 2,7 bilhões de litros anuais. Esse anúncio foi o estopim para o surgimento da RSQ, que permanece ativa até hoje (Domínguez, 2025). Porém, a organização social não conseguiu evitar a expansão da então nova megaestrutura do Google, que contou com a conivência dos governos municipal e federal e, em 2019, começou a operar. Para mitigar os conflitos com a comunidade, o Google fez um programa de compensação, através da criação de uma floresta urbana, a qual, segundo Edgardo Fárias, o diretor-geral da empresa no Chile, compensaria 150% das emissões de carbono produzidas durante a expansão do data center. Entretanto, a dita floresta urbana foi abandonada após sua inauguração, sem nenhum tipo de manutenção por parte da empresa, quebrando, assim, as promessas de compensação com a comunidade (Ortiz, 2025).

Outro embate que a RSQ teve com as *big techs* se deu em dezembro de 2021, desta vez com a Microsoft. O governo chileno, do então presidente Sebastián Piñera, e executivos da Microsoft no Chile lançaram o plano “Transforma Chile #ReativaçãoDigital”, que significava o investimento de mais de 500 milhões de dólares para a instalação do primeiro data center da empresa no país (Vallejos, 2022). O conflito entre a Microsoft e a RSQ se originou pelas inconsistências do projeto prometido (o Microsoft SCL03) pela empresa nos seus canais oficiais e na mídia, em contraste com o projeto apresentado pela mesma no Serviço de Avaliação Ambiental (SEA, na sigla em espanhol). O sistema prometido pela Microsoft ao chegar no Chile foi o data center Azure, uma infraestrutura de servidores que, segundo o site oficial da empresa, não utiliza água e reduz significativamente a pegada de carbono ao empregar as mais recentes inovações tecnológicas para ser ecologicamente sustentável (Vallejos, 2022). Mas, segundo um dos integrantes da RSQ, as promessas da Microsoft de instalar um data center de última geração no Chile se revelaram falsas. O projeto apresentado ao SEA, a Declaração de Impacto Ambiental (DIA) do projeto “Microsoft SCL03”, descreve um data center completamente diferente do modelo Azure prometido pela empresa.

Conforme detalhado no projeto, o data center não utilizaria um sistema de refrigeração por imersão em líquido dielétrico, mas, sim, um sistema de resfriamento por evaporação direta. Esse método consiste em evaporar água diretamente no ar, reduzindo a temperatura e aumentando a umidade, por meio de um sistema que circula ar entre o exterior e o interior das salas que abrigam os servidores. Segundo a empresa, esse

²³Sua expansão, que envolveu um investimento de US\$ 140 milhões, triplicou a capacidade da então infraestrutura do Google no Chile (Domínguez, 2025).

sistema só seria acionado quando a temperatura externa ultrapassasse 29,44 °C, situação estimada em 25 dias por ano, demandando o consumo de mais de 610 mil litros de água diárias. Tudo isso em uma região já afetada por um processo acelerado de desertificação agravado pelas mudanças climáticas.

Outra inconsistência entre o projeto prometido e o apresentado refere-se ao combustível dos geradores de emergência: o “Microsoft SCL03” prevê o uso de geradores a diesel, em vez de alternativas ecológicas alinhadas com o compromisso público da empresa de eliminar sua pegada de carbono até 2050, conforme declarado em seu site oficial

Vallejos, 2022

24 Conformada pela Corporación Ngen, Colectivo Ecosocial y Popular de Quilicura, Resistencia Socioambiental Quilicura, Territorio Emancipado, Quilicura Se Renueva, Coordinadora Medioambiental Digno Quilicura, Andha Quilicura, No Más Tag, Junta de Vecinos Lo Marcoleta 3 Unida, Mujeres por una Nueva Constitución e Forjando Pueblos.

Perante essa situação, e para direcionar a inconformidade e preocupações dos habitantes de Quilicura a respeito do projeto da Microsoft, foi criada a Coordinadora Ambiental y Social de Quilicura, composta por diversas organizações sociais locais²⁴, que expressaram o descontentamento de uma comunidade cansada de projetos que deterioram sua qualidade de vida. Segundo Vallejos (2022), de forma massiva, essas organizações exigiram a abertura do processo de participação cidadã no SEA e manifestaram total rejeição aos representantes da empresa que apresentaram o projeto à população sem conseguir responder satisfatoriamente às questões levantadas. A comunidade de Quilicura também manifestou sua preocupação quanto ao consumo de água e energia, assim como quanto ao impacto no ecossistema local por parte desse novo data center:

A carga ambiental das empresas sobre o território de Quilicura é brutal. Todos os projetos que chegam à comuna estão agora sob o olhar atento da comunidade local, que luta para recuperar os 468,3 hectares de zonas úmidas reconhecidas pelo Ministério do Meio Ambiente e que se encontram em evidente estado de fragilidade. Nesse contexto, o projeto “Microsoft SCL03” representa uma nova ameaça a esse ecossistema valioso.

Isso porque a Microsoft Chile planeja comprar água para seu sistema de refrigeração da empresa de saneamento Explorações Sanitárias S.A. (ESSA), que trata a água do setor industrial antes de devolvê-la ao principal afluente que alimenta as zonas úmidas da comuna: o Arroio Las Cruces. A iniciativa preocupa as organizações socioambientais locais, já que a empresa não esclareceu qual seria o real impacto do projeto sobre o fluxo hídrico do arroio e, consequentemente, sobre as zonas úmidas.

Além disso, conforme a seção 1.6.2.5 da Declaração de Impacto Ambiental, as linhas de transmissão elétrica que abasteceriam o projeto, seriam instaladas sobre o Canal San Ignacio, um dos principais contribuintes para o Arroio Las Cruces, sem que a Microsoft tenha detalhado os possíveis

impactos eletromagnéticos ou da construção dessas torres de alta tensão. Essas estruturas seriam alimentadas pela subestação Chacabuco, que integra o Sistema Elétrico Nacional e depende de termelétricas, contradizendo totalmente o compromisso público da Microsoft de eliminar sua pegada de carbono até 2050

Vallejos, 2022

Apesar das preocupações e oposição da comunidade, o SEA, em março de 2023, recomendou aprovar a Declaração de Impacto Ambiental para a construção do novo data center da Microsoft. Segundo o órgão de regulação ambiental, o projeto “cumpre com os requisitos de outorgamento de caráter ambiental” e também “não gera nem apresenta os efeitos, características ou circunstâncias [...] que justifiquem a necessidade de avaliação por meio de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA)”²⁵.

O que observamos, neste caso da comuna de Quilicura, é que as empresas multinacionais da indústria de data centers, como a Microsoft, têm se aproveitado das regulações laxas dos governos municipal e federal para levar em frente seus megaprojetos, em detrimento da qualidade de vida dos habitantes do território. Os impactos são múltiplos, desde insegurança hídrica (desabastecimento de água dos moradores locais), diminuição do nível adequado dos poços de onde é extraída a água, altos níveis de GEE pelo alto consumo energético, e as implicações que causam na saúde da população e nos ecossistemas locais o impacto eletromagnético da construção das torres de alta tensão elétrica. No entanto, a questão vai além da esfera socioambiental. As críticas levantadas pela Coordinadora Social y Ambiental de Quilicura abrangem também dimensões políticas e éticas, relacionadas a valores como transparência, honestidade e democracia na gestão pública e privada. Por um lado, denunciam a assimetria na tomada de decisões políticas entre movimentos cidadãos e corporações multinacionais; por outro, apontam a disseminação de informações falsas nos projetos oficiais dessas grandes empresas, uma prática que se repete em diversos territórios seguindo a mesma lógica (Domínguez, 2025).

Perante essa realidade, a comunidade organizada de Quilicura tem se visto obrigada a procurar alianças com outros setores da sociedade, como o setor acadêmico, para conscientizar a população e criar estratégias para evitar a proliferação de data centers e os problemas que com eles vêm afetando a comunidade. Essa aliança se materializou em uma escola de verão, organizada pela Coordinadora Social y Ambiental de Quilicura e pela Escola de Arquitetura da Pontifícia Universidade Católica de Chile. A escola levou o título “Zonas úmidas emaranhadas: água, cabos e dados em Quilicura”²⁶. A escola propõe “revisar a relação entre as zonas úmidas e o projeto arquitetônico dos data centers em conjunto com a comunidade de Quilicura, reavaliando os princípios éticos, estéticos e ecológicos que orientaram seu desenvolvimento, especialmente em relação ao uso de recursos hídricos e aos territórios afetados”²⁷. O

25 TrendTIC. Servicio de Evaluación Ambiental recomendó aprobar Datacenter de Microsoft en Quilicura. 17 mar. 2023. Disponible em: <https://www.trendtic.cl/2023/03/servicio-de-evaluacion-ambiental-recomendo-aprobar-datacenter-de-microsoft-en-quilicura/>. Acesso em: 5 jun. 2025.

26 Tradução própria de “Humedales enmarañados: Agua, cables y datos en Quilicura”.

27 Universidad Católica de Chile. Faculdade de Arquitetura, Desenho e Estudos Urbanos. Convocatoria Taller de verano 2024: “Humedales enmarañados”. 7 dez. 2023. Disponible em: <https://arquitectura.uc.cl/proyectos/noticias/8755-convocatoria-taller-de-verano-2024-humedales-enmarañados-nucleo-milenio-congreso-futuro-cca-arq-uc.html>. Acesso em: 5 jun. 2025.

cerne da iniciativa foi buscar fórmulas para preservar os recursos hídricos e mitigar o impacto ambiental da indústria, permitindo, assim, propor soluções embasadas para todas as partes envolvidas (Ortiz, 2025). Segundo um dos líderes da comunidade, “este é um projeto pioneiro voltado para os data centers e as zonas úmidas de Quilicura, onde, pela primeira vez, academia e comunidade se unem para buscar soluções ambientais diante do consumo hídrico gerado pelos data centers no território” (Del Mar Parra, 2024).

Para essa atividade, foram convidados o Ministério de Ciência e Tecnologia e representantes da indústria, os quais não compareceram (Ortiz, 2025). Mais uma mostra do desinteresse das instâncias do governo e do setor industrial em gerar um diálogo com a comunidade de Quilicura, os principais afetados pelos impactos dos data centers, para propiciar um espaço mais democrático. ■

3.2.2 Caso Cerrillos: a comunidade x Google parte I

Diferentemente de Quilicura, Cerrillos é um caso de sucesso de como a organização comunitária conseguiu parar um megaprojeto do tamanho de um data center. Mas também ilustra como as autoridades responsáveis por cuidar do impacto ambiental, do bem-estar das comunidades e por controlar o fornecimento de água e energia acabaram favorecendo interesses de empresas privadas, nacionais e transnacionais, colocando em risco direitos fundamentais da população.

Os habitantes da comuna do Cerrillos só souberam que iam ter como vizinho um data center do Google treze dias após ser publicada a notícia no jornal da cidade, em agosto de 2019. Sem dúvida, eles foram pegos desprevenidos. Não foi o caso do Google, que se organizou muito bem, comprando o terreno de 290 mil metros quadrados e o direito da água²⁸ em 2017. A empresa logo apresentou o projeto ao Serviço de Avaliação Ambiental, que o aprovou. Só um ano e meio depois, o Google se reuniu com o prefeito, em 2018, para manifestar sua intenção de criar o data center na comuna e solicitou também que o projeto fosse mantido em sigilo devido à “concorrência” (Arellano; Cifuentes; Ríos, 2020).

Vale a pena prestar atenção na ordem dos acontecimentos. Uma empresa transnacional compra uma extensa porção do território

28 No Chile a água é privada, então existem pessoas jurídicas e naturais possuidoras desses direitos, que podem vender a quem pague melhor.

de uma comuna e os direitos à água do local, apresenta o projeto para o SEA, e só depois vai conversar com o prefeito da comuna para lhe informar sobre seu projeto. Segundo análise de Barakat et al. (2025), essa é uma manifestação de poder bem clara e um padrão por parte das *big techs*, baseado na ocultação de informação relacionada aos projetos de data centers e na ausência de transparência com as comunidades onde se pretende levantar esse tipo de projeto — tal como já aconteceu em Missouri, nos Estados Unidos; em Ekurhuleni, na África do Sul; e em Seewoldee, na Holanda. Podemos observar aqui, pelo menos três dos quatro componentes-chave do colonialismo histórico que possuem semelhanças diretas com o colonialismo de dados mencionados por Couldry e Mejias (2019): a apropriação de recursos; a amplificação de relações econômicas e sociais assimétricas para assegurar essa apropriação; e a distribuição desigual dos recursos apropriados e o valor extraídos deles.

Uma vez que a comunidade de Cerrillos conheceu o projeto do Google e seus detalhes, um dado acendeu o alerta nos habitantes de Cerrillos: 169 litros de água potável por segundo, ou o equivalente a 7,6 milhões de litros de água diários, era o que o Google precisava para resfriar seus servidores e operar ininterruptamente. Isso equivale ao consumo anual de água dos mais de 80 mil habitantes de Cerrillos (Barakat et al., 2025). A informação trouxe uma preocupação maior para alguns habitantes da comuna, pois o aquífero que abastece Cerrillos estava tão baixo que havia sido declarado zona de restrição desde 2005 — posteriormente, em fevereiro de 2020, foi levantada uma proibição para novas extrações de água²⁹. Assim, era compreensível a ansiedade da comunidade local sobre o impacto que o novo data center teria em seu abastecimento hídrico (Barakat et al., 2025). Vale a pena destacar que essas informações foram compartilhadas não pelo Google, nem pelas autoridades municipais, mas pela comunidade organizada, especificamente o Mosacat (Movimento Socioambiental pela Água e o Território), movimento comunitário criado a partir dessa conjuntura para barrar a instalação de data centers em Cerrillos. Seu objetivo era duplo: impedir a construção do data center em seu formato original e pressionar o Google a adotar tecnologias mais eficientes no uso da água da região. Em 2019, a iniciativa do Mosacat combinou ativismo tradicional (diálogo comunitário, protestos e defesa legal) com a promoção de um referendo local não vinculante, estratégia que acabou por alterar a posição do prefeito, que até então teve uma posição conivente com o Google (Lagos, 2025).

Sem dúvidas a organização do Mosacat e a conscientização que impulsionaram na comunidade deram a força, primeiro para incluir no referendo local a votação pela construção ou não do data center (o referendo tinha outros tópicos a serem votados antes deste tema) e, segundo, para atingir o resultado, que mostrou que 49% da população (quase a maioria e um percentual significativamente maior do que o obtido pelos opositores) rejeitava a construção do data center (Marx, 2025). Paralelamente a esse movimento da co-

²⁹ Mosacat. Hemos solicitado la invalidación de la Resolución de Calificación Ambiental... 2021. Disponible en: [https://mosacatchile.cl/2020/04/10/presentan-recurso-de-invalidacionante-el-sea-contra-cerrilos-data-center-de-google/](https://mosacatchile.cl/2020/04/10/presentan-recurso-de-invalidacionante-el-sea-contra-cerrillos-data-center-de-google/). Acesso em: 7 jun. 2025.

munidade organizada, autoridades como a Direção-Geral de Águas (DGA) já tinham dado luz verde ao projeto do Google, e da forma menos burocrática possível.

O projeto do Google foi submetido ao Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental (SEIA) como uma Declaração de Impacto Ambiental (DIA), mecanismo simplificado que, ao contrário de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA), não exige consulta pública obrigatória, estudos de linha de base ou um plano de medidas compensatórias pelos possíveis danos, ou impactos causados

Arellano; Cifuentes; Ríos, 2020, n.p.

Mas, para o Mosacat isso não era suficiente. O movimento questionou a DIA obtida pelo Google, assim como pressionou para dialogar com a empresa e questionar os impactos socioambientais do projeto relacionado ao consumo de água. Por não receber respostas satisfatórias da empresa e por ter persistido a falta de transparência, o projeto continuava obscuro para a comunidade de Cerrillos. Assim, o Mosacat escalou suas ações, contratou um advogado ambientalista para representar seus interesses contra o Google e as diversas agências governamentais, e, em conjunto com a prefeitura de Cerrillos, conseguiu apresentar um recurso que questionava a autorização do SEA para o data center — a qual colocava em risco não apenas o acesso à água, mas também a qualidade do ar e do solo —, manifestando que o projeto passou por sérias negligências administrativas³⁰. A disputa judicial começou em 2020 e durou até 2024, quando o tribunal decidiu a favor do Mosacat e da municipalidade de Cerrillos, paralisando o projeto até que o Google incorporasse na sua análise hídrica o impacto socioambiental. Embora o Google ainda planeje construir um data center em Cerrillos, a empresa precisará revisar completamente seu projeto e apresentar uma nova avaliação de impacto ambiental ao SEA.

Apesar de se tratar de uma vitória parcial — uma vez que a decisão judicial exige apenas ajustes na operação planejada do data center, e não a suspensão de sua construção —, este caso representa um dos primeiros exemplos na América Latina em que a comunidade organizada obteve sucesso ao confrontar as imposições das gigantes de tecnologia. ■

³⁰ Mosacat (2021). Hemos solicitado la invalidación de la Resolución de Calificación Ambiental... 2021. Disponible en: [https://mosacatchile.cl/2020/04/10/presentan-recurso-de-invalidacionante-el-sea-contra-cerrilos-data-center-de-google/](https://mosacatchile.cl/2020/04/10/presentan-recurso-de-invalidacionante-el-sea-contra-cerrillos-data-center-de-google/). Acesso em: 7 jun. 2025.

3.2.3 Plano Nacional de Data Centers no Chile (sem os chilenos)

Em 2024, em meio aos conflitos entre as *big techs* e as comunidades de Cerrillo e Quilicura, o governo chileno chamou uma reunião com diversos *stakeholders* sobre data centers, para criar o Plano Nacional de Data Centers 2024-2030 (PDATA). O Mosacat e a RSQ foram algumas das organizações comunitárias convidadas para fazer aportes ao plano. Porém, segundo integrantes dessas organizações, não houve diálogo com as empresas responsáveis dos 28 data centers anunciados; e, apesar das reiteradas vezes que os movimentos questionaram ao Ministério de Energia, não foi informado onde esses data centers serão implantados. Observou-se também que os outros ministérios convidados não assistiram às mesas de trabalho. Perante esse cenário, o Mosacat se retirou e catalogou o espaço como “uma perda de tempo” (Ortiz, 2025). O Mosacat fez uma declaração pública explicando porque saiu da mesa de trabalho, apontando que outro motivo foi a falta de informação e transparência do governo a respeito dos projetos de data centers. Também expressaram na carta que:

Assistimos, com profunda indignação, como nosso governo continua entregando nossas riquezas naturais a investimentos estrangeiros que não trazem desenvolvimento real para nosso país, apenas deixam como legado destruição e contaminação.

Como movimento socioambiental, não podemos compactuar com algo que NÃO nos representa e NÃO nos garante poder decisório vinculante.³¹

Após a saída das mesas de trabalho do PDATA, o Mosacat e outros movimentos sociais, como RSQ, Asamblea Las Torres, Pudahuel Despierta e Investiga Colina, criaram sua própria mesa de trabalho e entregaram um documento ao governo com oito medidas inegociáveis que devem constar no plano nacional (Ortiz, 2025):

1. Que os data centers não consumam água em seus sistemas de refrigeração.
2. Que a energia utilizada provenha exclusivamente de fontes renováveis.
3. Que todos os centros de dados alcancem autossuficiência energética até o ano de 2035.

³¹ MOSACAT. MOSACAT presenta oficialmente el retiro de la mesa del Plan Nacional de Data Center. 27 ago. 2024. Instagram: @mosacatchile. Disponível em: https://www.instagram.com/mosacatchile/p/C_MkINAuqZx/?img_index=1. Acesso em: 7 jun. 2025.

4. Que sejam carbono neutro em suas operações.
5. Que seja criada uma Plataforma de Informação Pública sobre os Centros de Dados no Chile, com dados atualizados mensalmente sobre: consumo hídrico; consumo energético; e emissões de cada centro de dados.
6. Que os data centers compensem de forma efetiva, tanto ambiental quanto socialmente, as comunidades onde estão instalados.
7. Que aproveitem os subprodutos energéticos de seus processos, como: utilização do calor residual para calefação doméstica; reúso da água evaporada na restauração de ecossistemas.
8. Que seja estabelecida uma lei que obrigue todos os projetos de data center a submeter-se a um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) no Chile.

Na versão final do PDATA publicada pelo governo, apenas a medida número 5 proposta pelos movimentos sociais foi inserida parcialmente no plano. No PDATA se fala da "criação de um comitê estratégico multiatores, liderado pelo Estado, com a participação de governos locais, expertos, indústria de data centers e comunidades para monitoramento e avaliação da indústria". Esse comitê atuará como a entidade centralizadora de informações estratégicas sobre o setor, responsável por coletar, analisar e priorizar dados atualizados sobre: investimentos no setor, consumo energético e hídrico e o impacto ambiental dos data centers no país (Chile, 2024).

Outro ponto crítico do plano é que o texto não avança na problematização dos danos ambientais cumulativos que os data centers podem causar nos territórios, e as medições quantitativas desses impactos seguem uma lógica de autorregulação. Na verdade, um dos principais anúncios consiste em medidas não vinculantes para a indústria, como a "Promoção de Acordos de Produção Limpa para as mudanças climáticas", reforçando a autorregulação em detrimento de normas obrigatórias baseadas em critérios claros, conhecidos e que permitam à população exigir prestação de contas. A participação cidadã também não se apresenta no plano. Observa-se um Estado que adota por defeito as posições da indústria do *big data* dando a entender que as comunidades e os territórios são somente mais um recurso para explorar, sem voz nem voto (Peña, 2025).

Em resumo, o PDATA é um plano criado para abrir portas à indústria dos data centers em um país que já padece as consequências dos 22 que já tem em operação. Apesar disso, o caso da comuna Cerrillos serve como um precedente e um guia para outros movimentos sociais e comunidades, tanto no Chile — onde se veem ameaçadas pela construção de algum dos 28 data centers que o governo pretende implantar no país — quanto em outros lugares da América Latina. ■

3.3 México, caso Querétaro: a institucionalização da injustiça social e ambiental

Querétaro é um estado do México que fica a 183 quilômetros da capital do país, Cidade de México, e tem 2,5 milhões de habitantes. A água em Querétaro é um bem privado, graças a uma lei aprovada em 2022 (Herrera, 2022)³², a qual, além de privatizar a água, dá a prioridade de fornecimento para o comércio e a indústria, que podem obter via concessões toda a água que conseguirem pagar. Nesse contexto, não é de se surpreender que 94,4% do território padeça de uma seca, a pior do milênio (Conde, 2024). Isto em contraste com os 600 milhões de litros de água que a Microsoft consumiu por ano em um dos dois data center que possui no estado, o que indica que a empresa multinacional estaria utilizando seis vezes toda a dotação hídrica anual do município (Barakat et al., 2025). Querétaro também tem um secretário de desenvolvimento sustentável que afirmou, sem nenhum dado ou estudo que fundamentasse seu argumento, que “os data centers não poluem, nem geram consumo excessivo de água” (Segura, 2024). Também, segundo o secretário Marco Antonio del Prete Tercero:

[...] os data centers prestam um serviço, não são indústrias, portanto não deveriam pagar impostos ambientais. A tributação só seria analisada caso utilizassem diesel em suas plantas de geração elétrica auxiliar. Enquanto não emitirem poluentes atmosféricos prejudiciais, estarão isentos de taxação

Segura, 2024, n.p., tradução nossa

³² Querétaro, um estado no centro do México com altos índices de estresse hídrico e vulnerabilidade, é o único estado que nunca teve legislação local específica sobre água. Atualmente, todo o território estadual é afetado pela seca, com mais de um terço da área sofrendo seca severa. Além disso, as 26 principais barragens de Querétaro estão secando (Herrera, 2022).

Apesar das afirmações que um funcionário do governo de Querétaro, como o senhor del Prete, possa fazer, os dados expressam o contrário. Por exemplo, cientistas descobriram que, em média, um data center de 1 MW consome 25 milhões de litros de água por ano (Mytton, 2021; Siddik; Shehabi; Marston, 2021), o que sugere que o data center de 25 MW da Microsoft poderia utilizar até 625 milhões de litros anuais. Baseando-se nos argumentos como o do funcionário del Prete, o governo ignorou uma seca prolongada de dois anos no município semiárido de Colón, que deixou muitos agricultores enfrentando cultivos perdidos e racionamento de água, e incentivou o investimento da indústria do data center, abrindo as portas às *big techs*, como a já mencionada Microsoft, a Amazon e o Google (Baptista; McDonnell, 2024).

O governo também ocultou ou desinformou a respeito do gasto de água que os 20 data center no estado têm consumido. Por exemplo, quando um jornalista perguntou a respeito disso ao secretário de desenvolvimento sustentável, del Prete, este respondeu que “não possui os dados porque não está em seu poder solicitá-los”, mas comparou o consumo hídrico dos data centers ao que um restaurante utiliza em um mês (Baptista; McDonnell, 2024).

O que observamos em Querétaro é a junção dos ingredientes perfeitos de uma receita para a desigualdade social e a injustiça ambiental. Contexto propiciado por um Estado que só beneficia a indústria e o comércio das empresas privadas em detrimento dos direitos fundamentais de acesso à água, à terra e ao ar limpo da população. É nesse contexto que as comunidades de Querétaro têm tido que se organizar, fazendo protestos para enfrentar tais injustiças. A resistência comunitária aos projetos dos data center, em especial aos dois da Microsoft (Ascenty1 e Ascenty2), evidencia o cruzamento entre direitos territoriais indígenas, justiça hídrica e infraestrutura digital. A oposição a data centers representa apenas uma frente na luta contínua por justiça ambiental. As comunidades de Querétaro têm sido afetadas pelas táticas de intimidação empregadas pelo governo para ocultar informações cruciais sobre esses projetos, inclusive de municípios e comunidades rurais diretamente impactados. Por exemplo, acadêmicos da Universidade de Querétaro (instituição pública) recusaram-se a assessorar processos judiciais contra data centers, temendo represálias; da mesma forma, jornalistas locais foram dissuadidos de noticiar os protestos das comunidades preocupadas com os impactos dos data center (Barakat *et al.*, 2025).

Perante os distintos obstáculos enfrentados, a sociedade organizada fez uma intervenção pública no Supremo Tribunal de Justiça Nacional através da Voceras de la Madre Tierra, uma organização comunitária focada em justiça ambiental que está protestando ativamente contra os data centers. Em julho de 2024, elas se manifestaram contra a expansão desses centros de dados em Querétaro. Durante o ato, exigiram que a água fosse reconhecida como um direito humano fundamental na legislação estadual. Além disso, o

movimento apresentou três demandas claras: 1) que os líderes estaduais “parem de promover Querétaro como um paraíso ambiental para a instalação de data centers”; 2) transparência total sobre todas as informações relacionadas aos data centers; 3) regulamentações mais rígidas sobre o uso da água por esses centros, garantindo que não comprometam a disponibilidade e a qualidade da água para a população local. Segundo a Voceras de la Madre Tierra, nem o governo local nem as empresas de data centers responderam à sua intervenção judicial (Barakat *et al.*, 2025).

Enquanto isso, as empresas de tecnologia continuam investindo em Querétaro (Rosales, 2025):

- Microsoft planeja construir três novos data centers focados em IA, com um investimento total de US\$ 1,3 bilhão. Cada um consumirá 49,5 MW de energia por ano.
- Google investirá US\$ 1,2 bilhão em uma nova região de *cloud computing*.
- Amazon Web Services destinará US\$ 5 bilhões a Querétaro para lançar uma região de nuvem especializada em aprendizado de máquina e IA.

Ainda hoje, as comunidades locais exigem: proteções legais; justiça ambiental; e uma consulta democrática no que se refere aos projetos de data center. Elas argumentam que as leis atuais não oferecem soluções efetivas, e as que existem não são respeitadas pelas autoridades nem pelas grandes corporações. Um exemplo é o Acordo de Escazú, um tratado latino-americano que protege direitos ambientais e humanos, incluindo defensores da terra. O México ratificou o acordo, mas ativistas em Querétaro ouvem que: “em Querétaro, o Acordo de Escazú não existe” (Rosales, 2025).

Querétaro tem todas as condições para que a indústria dos data centers e as *big techs* obtenham grandes ganâncias através da sua lógica predatória da água, da energia e do território das comunidades, as quais se encontram completamente desamparadas pelo Estado do México e pelos governos locais. Sãoelas que afinal pagam os custos do negócio dos data centers resultantes em secas nunca antes vistas, o que se transforma em racionamento de água e energia³³, contaminação do solo e do ar, ampliando as brechas de desigualdade e a injustiça ambiental. ■

33 Baptista e McDonnell (2024) trazem alguns testemunhos dos habitantes de Querétaro: Guadalupe Hernández cultiva amoras em um pequeno terreno e só recebe água a cada 15 dias. Às vezes, a água é roubada durante a noite — “Perdi 60% da minha colheita. Sem produção, não há renda”, disse Hernández, 68 anos, que vende amoras para turistas. Agripina Nieves, que administra um pequeno restaurante próximo à represa La Soledad, conta que sua casa só recebe água a cada oito dias. Usando galões e recipientes plásticos, Nieves armazena água suficiente para beber, lavar a louça, limpar o chão e usar nos banheiros de sua casa e do restaurante — “Nunca tínhamos enfrentado uma escassez de água como esta” desabafa. “O que os pobres farão sem água?”.

3.4 Uruguai, caso Canelones: a comunidade x Google parte II

"Uruguai foi consequência de evitar um impacto no Chile", disse Eduardo López, presidente do Google Cloud na América Latina (Castellanos, 2025). Como bem descrevemos aqui na seção referente ao caso Cerrillos, no Chile, a decisão de reavaliar o projeto do data center naquela comunidade ou "de evitar um impacto (do projeto) no Chile" não foi uma decisão da empresa e sua "consciência verde", mas, sim, produto do esforço, dos protestos e da resistência da comunidade organizada que submeteu um recurso no tribunal de justiça, que mandou a empresa reavaliar o projeto pelo alto consumo de água que demandava e pelo impacto que a comunidade de Cerrillos iria sofrer devido a isso.

No Uruguai, da mesma forma que no Chile, as negociações sobre o projeto do novo data center do Google em Canelones começaram, sob estrito sigilo, durante o governo de Tabaré Vázquez (2015-2020), e, somente no final de agosto de 2023, a construção foi confirmada com as autoridades do governo de Luis Lacalle Pou (Acuña, 2024). O anúncio chegou no meio da pior crise hídrica que o país teve nos últimos 75 anos. Isso levou o Uruguai a importar água engarrafada do Brasil e a recorrer a fontes não potáveis para atender à demanda³⁴. A insistência do Google em manter seu data center em meio a essa crise hídrica gerou debates e questionamentos na sociedade uruguaia (Muta Magazine, 2023).

O data center projetado pelo Google em Canelones atenderia às solicitações de usuários de seus diversos serviços de internet, como YouTube, Gmail e Search (Busca). O projeto conta com um investimento de 850 milhões de dólares e abrange uma extensão territorial de 300 mil metros quadrados. E, quando a empresa foi questionada sobre o consumo de água, argumentou que não podia dar essa informação por questões de concorrência. Por não conseguir respostas nem transparência da empresa a respeito do

34 No Uruguai, a água da represa de Paso Severino, que abastece os 2 milhões de habitantes da capital — dois terços da população do país —, chegou a níveis baixíssimos, e o governo teve de misturar água potável com a água do Rio da Prata, salgada. O governo, então, recomendou àqueles que tivessem hipertensão ou problemas renais evitar tomar água da torneira, uma vez que ela continha duas vezes mais sódio e três vezes mais cloro que o normal. Agora, a água traz riscos à saúde. Restou aos moradores comprar água mineral em garrafas, se organizar nos bairros para encontrar novos poços ou, quando não havia mais jeito, fervor a água da pia de duas a três vezes para fazer o tradicional "mate" (Viana, 2023).

projeto, a Comissão pela Defesa da Água e da Vida³⁵ entrou com um recurso em um tribunal ambiental para forçar o Google a lhe dar informação. Assim ficou sabendo que o projeto inicial previa um consumo diário de 7,6 milhões de litros de água (cerca de 2 milhões de galões). Esse volume equivale ao consumo diário de 55 mil pessoas em Montevidéu (cidade com 1,4 milhão de habitantes). A maioria da água utilizada no resfriamento evapora, o que significa que não pode ser reaproveitada para outros fins (McGovern Brandford, 2024). Isso gerou um maior descontentamento e oposição da população ao projeto. Esse sentimento virou protestos e manifestações que se estenderam por quase um ano, fazendo com que o Google reavaliasse seu projeto, que acabou optando por um sistema de refrigeração a ar, abandonando o plano inicial de uso de água (Paullier, 2024).

Foi assim que, em 29 de agosto de 2024, o presidente Lacalle Pou, acompanhado dos ministros de economia, de indústria, de ambiente e de relações exteriores, e o presidente do Google Cloud colocaram a pedra fundamental do data center em Canelones. A ministra de indústria destacou o caráter sustentável do projeto por usar uma matriz energética 100% renovável e pelo seu sistema de refrigeração que usa ar em vez de água. O projeto tem previsão de começar suas operações em novembro de 2026 (Acuña, 2024).

Conforme explicitado ao longo do estudo, percebe-se a existência de um padrão de negócios das grandes empresas da indústria de data centers, que chegam em um país do Sul Global, desenvolvem um projeto de forma pouco transparente e sem grandes restrições por parte do governo, afastadas da comunidade, procurando utilizar intensivamente a água do país, aparentemente sem considerar o contexto local (a crise hídrica e uma seca histórica), sem indícios de avaliação abrangente dos impactos socioambientais dos seus empreendimentos na sociedade e optando pelo uso de tecnologias que consomem mais água e poluem mais, e que mudam sua estratégia somente sob pressão social. Tanto no caso Cerrillos, no Chile, quanto neste caso em Canelones, é a resistência das comunidades organizadas junto aos movimentos sociais que tem conseguido frear a lógica colonialista das grandes corporações, especificamente do Google. ■

³⁵Uma coalizão comunitária que, em 2004, liderou uma campanha resultando em uma emenda constitucional que estabeleceu a água potável como direito humano no Uruguai. Este marco representa um dos primeiros casos de inclusão de um direito ambiental básico na constituição de um país (G. MCGOVERN & BRANDFORD, 2024).



4. O Brasil no mercado dos data centers

Hoje, o mercado de data centers no Brasil é composto principalmente por três tipos de operadores. Há as empresas *hyperscale*, como Google, Amazon e Microsoft, que operam grandes data centers para atender suas próprias necessidades e oferecer serviços de nuvem e, em breve, de IA. Em seguida, há as companhias *wholesale*, que prestam serviços de data center para grandes clientes, mantendo a gestão do espaço. O terceiro grupo é o de empresas que comercializam parte de sua capacidade para clientes corporativos de diferentes portes. Além das *big techs*, atuam no mercado brasileiro empresas como Ascenty, Scala, Equinix, Odata e Elea Data Centers (Martinez-Vargas, 2024). Um estudo recente sobre o setor de data center no Brasil mostra que existem aproximadamente 160 data centers em operação no território nacional.

O levantamento realizado com a ferramenta Data Center Map identificou 71 empresas atuantes no setor de data centers no Brasil, responsáveis pela operação de 163 unidades em 2025. Além disso, a análise revela que 16 empresas controlam 116 data centers, representando 69% do total. Desses, 14 são multinacionais e duas são brasileiras: Algar Telecom e Megatelecom. Algumas multinacionais se destacam no cenário nacional pelo maior número de data centers operados, incluindo Ascenty (26 unidades), Scala Data Centers (16 unidades) e Elea Digital (9 unidades)

Marques; Oliveira, 2025

Segundo esses dados, o setor está dominado por multinacionais, e tudo indica que essa tendência irá aumentar nos próximos anos. A respeito do número total de data centers que estão no país, é difícil determinar a quantidade exata, já que alguns estúdios apontam 163 (Lu, 2025), outros contabilizam 181 (Gáscon; López; Oeko, 2025), e, no site Data Center Map, na data em que está sendo escrito este estudo, são totalizados 187 data centers³⁶. Em suma, a quantidade de centros de dados no país está entre 163 e 187, o que o deixa bem à frente de outros países da América Latina: Chile (67 data

³⁶ Ver: <https://www.datacentermap.com/brazil/>. Acesso em: 15 jul. 2025.

centers), México (59 data centers) e Argentina (37 data centers)³⁷. Com esses números, o Brasil domina, por muito, o mercado de data centers da região, tendo registrado um crescimento de 628% no período de 2013 a 2023 e representando 40% dos investimentos na região, com cerca de 45% da capacidade total de energia³⁸. Quase 70% da capacidade existente está concentrada no Brasil e no México (Gáscon; López; Oeko, 2025). Não por acaso, o maior data center da região está também no Brasil, o data center de Vinhedo, da Ascenty. Localizado a 70 quilômetros de São Paulo (SP), o campus tem 46 mil metros quadrados de área total, 7.300 racks e capacidade energética de 61 MW (Ascenty, 2024).

A Anatel, no estudo antes citado, caracteriza os data centers no Brasil pelo seu nível (ver seção O). Segundo esse estudo, os data centers de nível 3 (Tier 3) são responsáveis pela participação majoritária de mercado em 2023, sendo que os de nível 4 (Tier 4) são os que mais crescem. Isso ocorre porque mais empresas estão fornecendo serviços baseados em nuvem, o que fez com que mais empresas construíssem instalações para fornecer espaço de *colocation* com a melhor tecnologia (Anatel, 2022).

O Brasil tem se tornado um polo estratégico para a instalação de data centers, atraindo grandes investimentos internacionais graças à sua estabilidade geológica e potencial energético renovável (ABDI, 2023; Guimarães; Evangelista, 2024). Porém, este último aspecto relacionado à capacidade de gerar energia renovável no país, segundo Guimarães e Evangelista (2024), deve ser questionado:

Ainda que o Brasil possua uma matriz mais limpa e renovável, isto não quer dizer que não existam problemas hídricos no país — muito pelo contrário. Em meados de 2024, o Brasil registrou uma das piores secas de sua história; em Vinhedo, que se encontra na rota da expansão dos data centers, foi necessário adotar um esquema de racionamento de água (Sabino; Vieira, 2024). Isto sem considerar o fato de que ao menos 33 milhões de pessoas no Brasil não têm acesso à água potável

Guimarães; Evangelista, 2024

O Brasil se tornou um destino potencial para a instalação de data centers justamente por ter uma matriz energética considerada limpa, em função do grande peso das hidrelétricas. Mas o contexto de mudanças climáticas, com a intensificação dos períodos de seca, faz soar o alerta. A Empresa de Pesquisa Energética, ligada ao Ministério de Minas e Energia, ressalta em seu anuário que “em 2021, o país atravessou a pior seca dos últimos noventa anos” e “o ano de 2023 foi de clima mais quente e seco” (Hofmeister; Harari, 2025).

Além dos problemas hídricos mencionados pelos autores, o país tem demonstrado grandes dificuldades, não na geração de energia

³⁷ Ibidem.

³⁸ Dados disponíveis em: <https://www.jll.com/en-us/insights/porto-acu-investe-energia-sustentabilidade-hub-data-centers>. Acesso em: 15 jul. 2025.

renovável, mas na distribuição e transmissão de energia. Evidência disso é que o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) barrou, recentemente, o acesso à rede elétrica de projetos de hidrogênio verde de empresas como a Solatio, Casa dos Ventos e Fortescue, precisamente pelas dificuldades do sistema elétrico nacional. Essas dificuldades podem se refletir também para o setor de data centers (Ruddy, 2025).

Outra suposta vantagem competitiva apontada por um estudo da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) é o tamanho da economia e o grande mercado de consumidores (ABDI, 2023). Todos esses fatores mencionados, apesar das dificuldades apontadas, fazem do Brasil um grande atrativo para a indústria de data centers continuar crescendo. Segundo dados da Mordor Intelligence, o mercado de data centers no Brasil está estimado em 888 mil MW em 2025 e deverá alcançar 1.360 MW até 2030³⁹. Porém, graças à demanda de serviços de IA, essa tendência deve ir muito além. Os grandes *players* do setor já anunciaram investimentos massivos para o país. A Amazon Web Service (AWS), anunciou, em setembro de 2024, um novo investimento de R\$ 10,1 bilhões (US\$ 1,8 bilhão) para a expansão de sua infraestrutura de data centers no Brasil até 2034. O aporte visa fortalecer a infraestrutura de nuvem no estado de São Paulo, atendendo à crescente demanda por serviços de computação em nuvem e inteligência artificial (Lopes, 2024). Também em setembro do ano passado, a Microsoft subiu a aposta e anunciou um investimento de R\$ 14,7 bilhões (US\$ 2,7 bilhões), o maior já anunciado de uma só vez pela Microsoft no Brasil, também em nuvem e inteligência artificial, ao longo dos próximos quatro anos (Reuters, 2024). ■

³⁹ Ver: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/brazil-data-center-market>. Acesso em: 15 jul. 2025.

4.1 Indústria em expansão intensa

Como temos mostrado, o crescimento da indústria dos data centers no Brasil já é uma realidade e vem ocorrendo de forma intensa. Enquanto escrevemos este estudo, há 40 pedidos de acesso à rede elétrica, totalizando 16 GW⁴⁰, um volume que evidencia o interesse crescente de investidores, mas também os desafios estruturais para integrar essas cargas ultraintensivas ao Sistema Interligado Nacional (SIN). Isso considerando que, segundo estudos, o consumo de energia de data centers deve dobrar para 945 TWh até 2030 (Chiappini, 2025). Esses pedidos de acesso à rede elétrica são, na sua maioria, de projetos de grande magnitude, relacionados à corrida pelo mercado de IA, que vem sendo promovida pelos países do Norte Global e na qual países da América Latina, como o Brasil, estão abrindo as portas da sua soberania digital e territorial para atrair a implantação de data centers destinados a suprir a demanda global gerada pelas grandes empresas de IA, agudizando a crise socioambiental (Beignon; Thibault; Maudet, 2025).

Os data centers convencionais, como mencionado acima, já vêm trazendo grandes preocupações sobre o consumo de energia e água, e a emissão de gases de efeito estufa, há pelo menos mais de uma década. Soma-se a essa preocupação a particularidade dos data centers que a inteligência artificial generativa demanda. Estes data centers precisam de uma capacidade de processamento muito maior para dar conta, eficientemente, dos *prompts* que os usuários de IA ao redor do mundo fazem e solicitam nos chats com os robôs de IA, os quais se manifestam no popular ChatGPT e em outros tantos espalhados no mercado de IAs, assim como nas operações mais complexas nas quais tem se inserido essa tecnologia, a exemplo de análises de seguros de vida, análises para empréstimos bancários, auxílios na apuração e organização de processos jurídicos, entre outros. Esse processamento é feito por meio de vários megacomputadores, os quais consomem energia e esquentam — então, para esfriá-los e evitar acidentes, e sobretudo para que eles continuem trabalhando sem interrupção, usam-se grandes quantidades de água, muito mais do que já demandam os data centers convencionais.

Para visualizarmos melhor o cenário, o Google, no seu relatório de sustentabilidade e no recente relatório energético de data centers dos EUA, mostra como a expansão de produtos e serviços de IA é

⁴⁰Desses 16 GW, 5 GW de pedidos são somente no Rio Grande do Sul, o que levou à criação de um grupo dedicado apenas a este caso. Há também 6 GW concentrados em São Paulo e 2 GW no Nordeste, além de outros pedidos de conexão que estão sob acordo de confidencialidade (Chiappini, 2025).

um dos principais fatores por trás do rápido aumento no consumo de água por data centers. Mesmo excluindo o uso de água em instalações de *colocation* terceirizadas, apenas os data centers próprios de uma grande empresa de tecnologia retiraram diretamente 29 bilhões de litros e consumiram (ou seja, evaporaram) mais de 23 bilhões de litros de água doce para resfriamento interno em 2023, quase 80% dos quais eram água potável. Esse volume anual de consumo de água chega a rivalizar com o de uma grande empresa de bebidas, como a PepsiCo (Li *et al.*, 2025).

Neste cenário, fica mais evidente a afirmação de Crawford (2021) — à qual nós aderimos — de que a inteligência artificial não é nem artificial nem inteligente. Em primeiro lugar, a inteligência artificial não é inteligente porque sua operação é baseada na interpretação computacional de padrões em larga escala, ou seja, a IA somente recombina informações previamente existentes para oferecer seus outputs. Logo, não é inteligente porque não é autônoma ou racionalmente capaz de interpretar informações, já que opera identificando padrões de dados. Em segundo lugar, tais sistemas não são artificiais porque dependem de processos materiais muito específicos. Para além do trabalho humano envolvido na escrita de algoritmos, o funcionamento e o treinamento de IAs também dependem dos dados armazenados e processados nas infraestruturas gigantescas que são os data centers. Além disso, os dispositivos que sustentam sistemas de IA são construídos a partir da extração de minérios do próprio solo da Terra; a fabricação de chips, os data centers e o lixo eletrônico incrementam a poluição atmosférica (Crawford, 2021). Em todas essas quatro etapas, os países latino-americanos desempenham um papel protagonista: Argentina, Brasil e Chile possuem reservas importantes de lítio, enquanto nações com menos recursos territoriais, mas regulamentações federais mais laxas e estabilidade política favorável aos interesses das *big techs*, como o Uruguai e México, tornaram-se polos tecnológicos para data centers (Malamud, 2024).

Nesse contexto, o Brasil vai sendo empurrado a entrar na corrida da IA, só que não como um grande *player*, mas como um provedor de matéria-prima, território, água, energia e dados, próprios da lógica do colonialismo de dados. Para visualizarmos melhor o cenário nacional do avanço de projetos de data centers, na seguinte tabela evidenciamos alguns dos projetos mais significativos de data centers impulsionados por empresas transnacionais no Brasil.

**Tabela 3 – Diferenças entre Sistema de Circuito Aberto
e Sistema de Circuito Fechado**

Empresa	Potência (MW)	Estágio	Especificações	Lugar
Equinix (RJ3) ⁴¹	S/E	Em construção	Colocation: 560 racks e 1.467m ² de espaço	São João do Meriti (RJ)
ODATA (SP04) ⁴²	48 MW (só TI)	Em construção	Hiperescala: 36.599m ²	Osasco (SP)
Scala Data Centers (Scala AI City) ⁴³	4,75 GW	Projeto aprovado	Hiperescala: 7.000.000m ² ⁴⁴	Eldorado do Sul (RS)
ByteDance (TikTok) e Casa dos Ventos	300 MW	Projeto aprovado	Hiperescala: IA	Caucaia, Fortaleza (CE)
Scala Data Centers (SFORPF01) ⁴⁵	30 MW	Em construção	Hiperescala: 24.000m ²	Praia do Futuro, Fortaleza (CE)
Tecto Data Centers ⁴⁶	200 MW	Em construção	Colocation	Santana de Parnaíba (SP)
Tecto Data Centers	20 MW	Em construção	Colocation	Praia do Futuro, Fortaleza (CE)
Elea Data Centers (SP02) ⁴⁷	120 MW	Em construção	Hiperescala: Cloud e IA	São Bernardo do Campo (SP)
Elea Data Centers (SP03)	S/E	Em construção	Hiperescala: Cloud e IA	Barueri (SP)
Cirion (RIO2)	60 MW	Em construção	15.000m ²	São Cristóvão (RJ)
UM Telecom (Atlantic Data Centers)	1 MW	Em construção	13.000m ²	(PE)
CloudHQ	36 MW	Em construção	Hiperescala	São João do Meriti (RJ)
CloudHQ	260 MW	Em construção	Hiperescala	(SP)

41 Ver: <https://blog.equinix.com/blog/2024/11/29/por-dentro-do-rj3-nosso-novo-data-center-no-rio-de-janeiro/>. Acesso em: 17 jul. 2025.

42 Ver: <https://odatacolocation.com/en/blog/data-center/dc-sp04/>. Acesso em: 17 jul. 2025.

43 Ver: <https://www.datacenterdynamics.com/br/not%C3%ADcias/cidade-de-data-centers-e-anunciada-no-rs-para-responder-a-demanda-de-ia/>. Acesso em: 17 jul. 2025.

44 700 hectares ou cerca de 1.000 campos de futebol.

45 Ver: <https://www.datacenterdynamics.com/br/not%C3%ADcias/scala-data-centers-celebra-investimento-de-r-1-bilhao-em-campus-de-fortaleza/>. Acesso em: 17 jul. 2025.

46 Ver: <https://www.datacenterdynamics.com/br/not%C3%ADcias/tecto-adquire-terreno-em-santana-de-parnaiba-para-construir-data-center-hyperscale/>. Acesso em: 17 jul. 2025.

47 Expansão do seu data center SP01.

O Ministério de Minas e Energia (MME) está sendo pressionado a expandir a capacidade de geração e distribuição de energia para conseguir suprir essa demanda. Motivado a isto, o MME divulgou, em maio deste ano, uma agenda de estudos para o planejamento da transmissão de 2025, no qual estão previstos 37 estudos (MME, 2025). Três dos 37 estudos estão voltados à ampliação da infraestrutura necessária à conexão de projetos de data center em São Paulo, no Nordeste e no Sul do país, em especial o maior deles, em Eldorado do Sul, no Rio Grande do Sul. ■



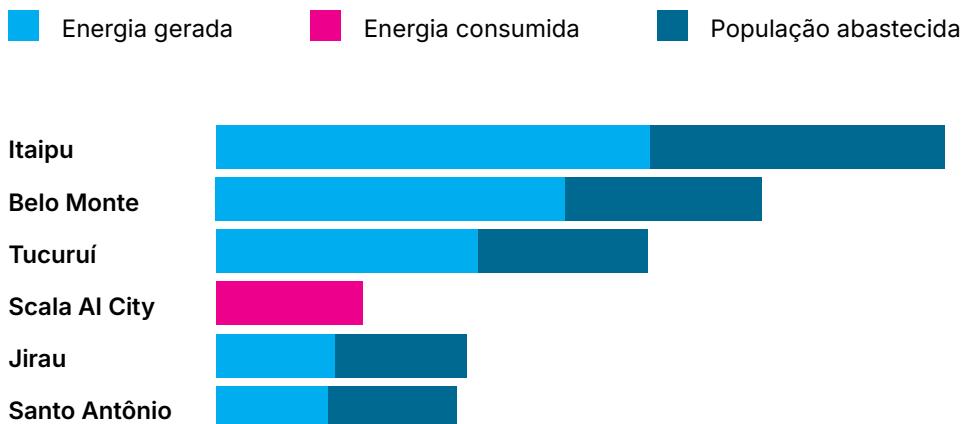
4.2 A “Cidade da IA” em Eldorado do Sul (RS)

O município de Eldorado do Sul, que viu bairros inteiros sendo devastados pela força das águas na enchente histórica de 2024⁴⁸ — mais uma expressão da crise climática que vivenciamos —, é o lugar que a transnacional Scala Data Centers, com a anuência do governo estadual e a prefeitura, escolheu para implantar um megaprojeto de data center chamado de AI City ou Cidade da IA (L. Martins, 2025b). Com um investimento de mais de R\$ 3 bilhões, o maior empreendimento de infraestrutura digital da América Latina, o projeto consumirá 4,75 GW, o que é superior ao consumo de todo o estado do Rio de Janeiro e à capacidade de geração de energia da quarta maior hidrelétrica do Brasil, a usina de Jirau, a qual tem uma capacidade de geração de 3,7 GW e fornece energia elétrica para 40 milhões de pessoas (Hofmeister; Harari, 2025). Se esse projeto se concretizar, a cidade de data center de Eldorado do Sul irá superar a capacidade combinada de consumo de energia de 2,5 GW dos mais de 330 data centers da Virgínia do Norte, nos Estados Unidos, o maior mercado da data centers em consumo de energia do mundo (Peasley, 2024). O projeto tem uma extensão territorial de 3,5 milhões de metros quadrados, equivalente a mais de 540 campos de futebol (L. Martins, 2025b).

O que atrai a Scala Data Center a implantar seus data centers para alimentar os serviços de IA é a suposta matriz limpa de energia do Rio Grande do Sul, fornecimento baseado na força das hidrelétricas. A grande contradição é que o estado é o segundo que mais sofreu secas e estiagens nos últimos anos, ficando atrás somente da Bahia. Em 2025, 307 municípios gaúchos (61% do total) decretaram situação de emergência devido à falta de chuvas (Hofmeister; Harari, 2025). A falta de água e a concorrência por água com o mega data center podem levar à população de Eldorado do Sul a condições similares às vivenciadas pelos uruguaios no caso Canelones já mostrado.

⁴⁸Eldorado do Sul foi uma das cidades mais castigadas pela enchente, em que mais de 80% das casas ficaram debaixo d'água e cerca de 30 mil pessoas foram desalojadas.

Imagen 5 – Dados de energia e população Scala Data Center x Hidrelétricas



Fonte: Hofmeister e Harari (2025).

Apesar das muitas evidências que se tem até hoje sobre o alto consumo de água e energia, os impactos no território e nas comunidades, portanto os impactos socioambientais dos data centers tanto na América Latina quanto em outras partes do Norte e do Sul Global, não há, ainda, regras para licenciamento ambiental de data centers na legislação estadual do Rio Grande do Sul nem no Brasil (Fernandes; Mendes et al., 2025; Hofmeister;Harari, 2025). O governo estadual tem se encarregado de esvaziar as poucas leis de regulamento e de licenciamento ambiental nos últimos anos. Inclusive uma lei foi criada em Eldorado do Sul especificamente para atender as demandas da Scala para instalar o data center. A lei leva o nome de Scala, "como se fosse uma norma encomendada sob medida para a empresa" (L. Martins, 2025b).

Aprovada em dezembro de 2024, a proposta ampliou o perímetro urbano do município Sul para acomodar o empreendimento e fez uma série de flexibilizações e simplificações aos processos de licenciamento.

A norma prevê, por exemplo, que diferentes tipos de licenciamento podem ser feitos ao mesmo tempo. Também libera o licenciamento autodeclaratório, um instrumento que visa dar celeridade aos processos de construção — mas acaba se baseando somente na avaliação feita pela própria empresa, por meio do responsável técnico do projeto, o que inclui a análise sobre potenciais riscos ambientais

L. Martins, 2025b, n.p.

Praticamente é a saída do Estado para deixar o controle nas mãos de uma empresa transnacional. Assim o aponta Heleniza Campos, professora do Departamento de Urbanismo e do Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional da Faculdade de Arquitetura da UFRGS em entrevista ao jornal *The Intercept Brasil*:

O estado sai de cena e deixa que o empreendimento, o arquiteto ou a construtora tome a decisão se é ou não adequado aquele empreendimento, naquela localidade, e com as condições ambientais e sociais com as quais esse empreendimento vai ter que conviver

L. Martins, 2025b, n.p.

Observamos que o governo do Rio Grande do Sul se adiantou ao projeto de afrouxamento do marco jurídico ambiental promovido desde o Congresso Nacional, o PL 2159, conhecido como "PL da Devastação", o qual foi aprovado tanto no Senado quanto na Câmara dos Deputados⁴⁹. Neste último espaço de deliberação, foi aprovado quase às escondidas, na madrugada do dia 17 de julho deste ano, com pressão da bancada ruralista. A ministra do Meio Ambiente, Marina Silva, chamou a aprovação do PL de "amputação das leis ambientais do país"⁵⁰.

Todos esses movimentos em termos de aprovações de licenças e afrouxamento das leis ambientais estaduais e municipais relacionadas ao megaprojeto da Scala Data Center, de acordo com os levantamentos aqui expostos, foram conduzidos sem ampla participação das comunidades potencialmente afetadas, o que levanta questionamentos sobre a efetividade do direito à consulta e informação da população. Além disso, as comunidades serão afetadas por dividir território, água e energia com a empresa, sendo uma dessas comunidades a aldeia indígena Tekoa Pekuruty, do povo Mbyá-Guarani (L. Martins, 2025). Essa situação tem sido interpretada, conforme entendimentos aqui explicitados, como indicativa de uma prioridade do governo estadual em criar um ambiente favorável aos investidores da indústria em detrimento do fortalecimento dos instrumentos jurídicos capazes de assegurar justiça ambiental e mitigar os impactos socioambientais dos data centers, em especial dos data centers de IA no Rio Grande do Sul. Situação similar está experimentando a população da cidade de Caucaia, no Estado do Ceará, no Nordeste do país. ■

⁴⁹ O PL 2159 retira a exigência do empresário de ter a "outorga de recursos hídricos", essencial para garantir a quantidade e a qualidade do abastecimento de água. Além disso, o projeto prevê que alguns empreendimentos possam se "autolicenciar". O empresário preencheria um formulário na internet, jurando ter boa conduta, de forma automática e sem qualquer análise prévia (LAC). A LAC tende a se tornar a regra, e o licenciamento, exceção. Ver mais em: <https://pldadevastacao.org/>. Acesso em: 24 jul. 2025.

⁵⁰ Disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2025/07/17/aprovado-na-camara-dos-deputados-afrouxamento-do-licenciamento-ambiental-segue-para-sancao-de-lula.ghtml>. Acesso em: 24 jul. 2025.

4.3 Caucaia x TikTok e o modelo de negócios das empresas das renováveis

Em Caucaia (CE), a empresa chinesa TikTok já recebeu a aprovação do seu projeto de data center para IA, que tem um investimento de mais de R\$ 55 bilhões.

A rede social chinesa não aparece nos pedidos de autorização. Formalmente, a responsável pela empreitada é a Casa dos Ventos, uma empresa brasileira de energia eólica que tem investido no setor de data centers. Segundo a Superintendência de Meio Ambiente do Ceará, o projeto já obteve a licença prévia, uma das três necessárias para entrar em operação

L. Martins; Amorim, 2025a

A autorização do projeto tem sido produto das conversações e acordos feitos entre as empresas e o alto escalão do governo — como o vice-presidente e ministro de Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, Geraldo Alckmin, e outros ministérios; como a Casa Civil, a Secretaria de Comunicação Social da Presidência da República, o Ministério de Portos e Aeroportos e o Ministério da Fazenda, inclusive o governador do Ceará (L. Martins; Amorim, 2025a). Vale a pena destacar a ausência do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima nas reuniões para discutir esse mega-projeto com altos impactos socioambientais (L. Martins, 2025a).

A escolha de Caucaia, um município na região metropolitana de Fortaleza, não é por acaso. É da capital cearense que sai uma série de cabos submarinos que transportam dados

do Brasil para outros continentes. Quanto mais perto dos cabos, maior a capacidade de tráfego de dados e menor a latência, que é o tempo de resposta entre dois pontos na rede de internet.

Há ainda outra vantagem: em Caucaia há uma zona de processamento de exportações, conhecida como ZPE de Pecém. Uma ZPE é uma área delimitada pelo poder público destinada à produção de bens e serviços voltados à exportação. Empresas instaladas nessas zonas contam com uma série de benefícios fiscais, além de facilidades em processos burocráticos

51 Uma usina eólica é um empreendimento designado à geração de energia, onde são instalados vários aerogeradores (turbinas eólicas) para capturar a energia cinética do vento e transformá-la em energia elétrica. Esses parques podem ser terrestres (onshore) ou marítimos (offshore) (A. Alves, 2025).

L. Martins; Amorim, 2025a, n.p.

Também não foi por acaso que o governo aprovou recentemente (em 21 de julho de 2025), a Medida Provisória (MP) 1.307. Segundo apuração de alguns jornalistas, essa MP contém trechos que estavam em outra MP em elaboração no governo, a que criava o Regime Especial de Incentivos ao Investimento em Data Centers (Redata), por meio da desoneração de tributos federais aos bens de capital ligados a tecnologia da informação para os centros de dados e para a exportação de serviços (Maia; Bezutti, 2025).

O texto passa a incluir a prestação de serviços ao mercado externo entre os benefícios das Zonas de Processamento de Exportação (ZPEs). Até então, essas áreas eram voltadas principalmente para fabricação e exportação de bens. As prestadoras precisarão ter um contrato com uma empresa já operando em ZPEs. Se esse contrato acabar, o benefício fiscal para a prestadora de serviços também cessa. As aquisições de serviços por essas empresas também terão as reduções de impostos já aplicadas às ZPEs. Esses serviços podem ser considerados legalmente “exportação” se forem prestados para clientes fora do Brasil. Isso significa que um data center pode se instalar em uma ZPE, usufruir de todos os incentivos fiscais e cambiais, desde que seu foco seja atender o mercado internacional (Maia; Bezutti, 2025). Em resumo, uma empresa gigante transnacional passa a ter incentivos fiscais, liberdade para explorar a água, a energia e o território do Brasil para exportar seus serviços e nacionalizar os impactos socioambientais. Outro aspecto negativo é que recepcionaremos instalações que pouco empregam e cuja tecnologia virá toda de fora (Kobayashi, 2025).

Nesse cenário, o que se promove não é soberania digital, mas uma nova forma de dependência estrutural, em que o território funciona como base física para a operação de plataformas globais, sem garantir controle sobre os fluxos de dados nem participação nos ganhos econômicos derivados deles (Teles, 2025).

Além disso, a MP acende o alerta relacionado aos impactos sociais e ambientais causados pelas empresas do setor de energia renovável, já que exige que a energia do data center da TikTok e dos que venham após este seja fornecida por novos parques eólicos⁵¹ e so-

lares a serem instalados no Nordeste e dedicados exclusivamente para alimentar essa atividade (Souto, 2025).

Os impactos socioambientais das infraestruturas geradoras de energia renováveis (eólica e solar)⁵², que, segundo o Movimento de Atingidas/os pelas Renováveis (MAR), têm causado prejuízos às comunidades do Nordeste do país, motivaram a criação do próprio movimento⁵³, que reúne comunidades organizadas para resistir aos impactos de uma transição energética autoritária e extrativista das empresas do setor em convivência com os governos estadual e federal. Em contrapartida, o MAR exige uma transição energética justa, popular e participativa⁵⁴. Alguns dos danos ambientais e territoriais, em muitos casos, irreversíveis, provocados pelos empreendimentos eólicos no Nordeste são:

- Privatização dos territórios por meio de arrendamentos.
- Invisibilidade das comunidades e violação de direitos.
- Poluição sonora, visual e do solo.
- Rachaduras em casas e cisternas.
- Explosões em serras e danos à paisagem.
- Redução da umidade e prejuízos à agricultura e à pesca artesanal.
- Morte de abelhas, morcegos, aves e outros animais.
- Interdição de rotas e espaços sagrados.
- Doenças físicas e mentais, causadas por poluição, estresse e ansiedade (A. Alves, 2025).

O uso das energias solar e eólica, a princípio, foi aclamado como uma solução para diminuir a poluição e estabelecer um meio ambiente mais saudável para todos. No entanto, no Brasil, por falta de leis e regulamentação, o que se vê é um flagrante desrespeito aos direitos humanos, a “expulsão legalizada” de proprietários de terras produtivas, danos à saúde, o aumento da violência contra as mulheres e da exploração infantil e a degradação ambiental com prejuízos incalculáveis à fauna e à flora nas localidades, principalmente no Nordeste, em que os parques eólicos estão sendo instalados por empresas transnacionais da França, Alemanha, Noruega, Espanha, entre outras. Essa situação tem levado as comunidades a levantarem processos jurídicos contra as empresas do setor na busca de reparação integral dos danos decorrentes dos impactos causados pelos empreendimentos eólicos (C. Alves, 2025).

Outros problemas relacionados aos impactos socioambientais que o data center da TikTok em Caucaia pode trazer são:

- Alto consumo de energia: esse data center projeta consumir em um dia a mesma quantidade de energia gasta por 2,2 mi-

52 As questões vão desde bloqueio de acesso a áreas antes visitadas pelas comunidades até aterrramento de lagoas, bloqueio de áreas de pesca e de acessos à praia e, inclusive, o ruído sonoro que essas usinas geram durante o funcionamento. As torres que produzem energia eólica geram ruído e infrassons constantes, associados a uma série de sintomas como insônia e dores de cabeça — e já ganharam até mesmo uma nomenclatura própria: a síndrome da turbina eólica (L. Martins; Amorim, 2025b). As pás dos aerogeradores geram sons inaudíveis aos seres humanos, mas que afetam o sistema nervoso central, causando a chamada “síndrome da turbina eólica”, associada a distúrbios do sono (C. Alves, 2025).

53 Em 2022, consolidou-se o Movimento de Atingidas/ os pelas Renováveis (MAR), uma articulação nacional que une comunidades diretamente afetadas por empreendimentos eólicos e solares. Atuando em estados como Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Piauí, Pernambuco, Bahia, Alagoas, Sergipe e Maranhão, o MAR propõe uma transição energética justa e popular, construída com protagonismo dos povos e respeito aos territórios (A. Alves, 2025, p. 77).

54 Ver o Manifesto das vozes dos territórios por uma transição energética justa e popular. Disponível em: https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:US:599f5a29-fcd1-47a6-8b80-c9f66f6e7c07?fbclid=PAZXh0bgNhZWO CMTEAAafYe6wm7hWwp2nGhybqe6nsGm4d_FArgGxk5w_Vw5LVPPrqGpYLFv6B0doiA_aem_c60Td8SAdBGHpH9qmsH3Fg. Acesso em: 30 jul. 2025.

Ihôes de brasileiros em suas casas. Isso significa que, sozinho, ele gastará mais energia do que 99,9% dos municípios brasileiros (L. Martins; Amorim, 2025b). Isso coloca em risco o fornecimento de energia nas comunidades e pode incrementar o custo da conta deste serviço, como já aconteceu em outros países.

- Alto consumo de água, colocando igualmente em risco o fornecimento do serviço em uma zona com histórico de estiagem e secas nos últimos 21 anos (L. Martins; Amorim, 2025a).

Apesar do tamanho do projeto de data center (com uma dimensão de 12 campos de futebol) e seus possíveis impactos na sociedade, nem sociedade civil nem representantes das dezenas de comunidades quilombolas e indígenas do município foram chamados para participar de discussões sobre o empreendimento, (L. Martins; Amorim, 2025a). Inclusive, o MAR e as aldeias indígenas de Caucaia, em especial o povo Anacé, só tiveram conhecimento do projeto por meio da série de reportagens que o jornal *The Intercept Brasil* fez sobre o data center. Isso não é novo para os cidadãos e cidadãs dessa região, já que é uma prática comum das empresas do setor de energia renovável implantar seus empreendimentos sem consulta alguma, apesar de o Brasil ser signatário da Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho, que garante o direito à consulta prévia, livre e informada de povos indígenas e comunidades tradicionais. As empresas instalam projetos sem diálogo, com apoio dos governos locais e federal. Ignorar a consulta torna todo o processo ilegal, abrindo margem para contestação judicial e denúncia em cortes nacionais e internacionais (A. Alves, 2025).

Foi devido a essa falta de consulta pública que um grupo do povo indígena Anacé marchou e ocupou a Superintendência de Meio Ambiente do Ceará (Semace), exigindo seus direitos e o respeito e cumprimento da Convenção 169 (L. Martins, 2025c). Outro



aspecto importante sobre a falta de transparência desse projeto é que, aproveitando-se da falta de um regulamento específico para a indústria de data centers, o licenciamento ambiental de data centers tem levado estados a liberarem projetos do tipo como se fossem atividades menos danosas ao meio ambiente. Por exemplo, este projeto foi enquadrado no grupo de construção civil, no qual também aparecem estruturas como kartódromos e parques de vaquejada (L. Martins, 2025d). Trata-se de mais uma prova de como o setor se movimenta livremente entre opacidade e lacunas jurídicas.

Na falta de leis específicas para os data centers, o povo Anacé junto com outras organizações da sociedade civil, entre elas o Instituto de Defesa de Consumidores, pediram ao Ministério Público a “suspensão imediata do processo de licenciamento ambiental do complexo de processamento de dados, por causa da falta de um estudo de impacto ambiental e de um relatório de impacto ambiental, uma vez que a obra foi classificada pelas autoridades locais como de baixo impacto” (Teixeira, 2025).

Como temos mostrado, tanto o projeto da Cidade da IA em Eldorado do Sul (RS) quanto o data center para a IA da TikTok em Caucaia (CE) promoveram-se sem consulta às comunidades atingidas, sem uma lei que regule a indústria de data centers para mitigar seus impactos socioambientais e com um Regime Especial de Incentivos ao Investimento em Data Centers (Redata) sigiloso — que foi elaborado pelo Ministério da Fazenda e outros ministérios sem a participação do Ministério do Meio Ambiente e Mudanças Climáticas — e apresentado apenas a grandes empresas, como Nvidia e Amazon, nos Estados Unidos, antes mesmo de ser submetido à consulta pública da sociedade civil brasileira (Idec, 2025). Essa movimentação por parte do Ministério da Fazenda tem sido interpretada como uma forma de atrapalhar o debate daqueles que “refletem, no Brasil, sobre o atraso do país no tratamento de seus dados e na construção de data centers”, que procuram um “desenvolvimento autônomo, soberania digital, investimento público” (A. Martins, 2025). Porém, o Redata parece ter sido substituído pela Medida Provisória 1.307, um movimento do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços para adiantar as políticas do governo dirigidas a atrair empresas transnacionais do setor de data centers (Grossmann, 2025). Na próxima seção, vamos analisar essas políticas públicas de forma mais aprofundada. ■



5. Uma análise das políticas relacionadas aos data centers no Brasil

Na literatura sobre políticas públicas, as políticas (*policies*) são definidas como o resultado do jogo político (*politics*) no qual estão inseridos os diferentes atores e grupos de interesse que nele intervêm (Aristimuño; Aguiar, 2015). É nesse espaço de participação que se estabelecem “campos de relevância”, ou seja, onde se definem quais temas entrarão na pauta política conforme os interesses dominantes dos grupos de uma sociedade em um dado momento, em consonância com o papel desempenhado por cada ator. Analisar os elementos que formaram os critérios para tomar tal ou qual decisão e, por sua vez, discriminar outras pode nos levar a compreender o estado atual de uma situação qualquer na sociedade. No caso que nos interessa: entender o curso das ações e inações da política para regular o setor de data centers e seus impactos socioambientais no Brasil.

Para isso, é necessário delimitar certos conceitos, como o de “políticas públicas”. A política pública tem sido definida de várias formas, mas, apesar da dificuldade de delimitá-la a um único conceito, ela possui certos atributos-chave que a constituem, a saber:

- A política é feita em resposta a algum problema que requer atenção.
- A política é orientada para uma meta ou estado desejado, bem como para a resolução de um problema.
- A política é interpretada e implementada por atores públicos e privados que têm diferentes interpretações de problemas,

soluções e suas próprias motivações.

- A política é o que o governo decide fazer ou não fazer (Birkland, 2020).

Por outro lado, Aguilar Villanueva (1992) sustenta que a política é muito mais do que o governo faz ou não faz, "de fato, uma política é em um duplo sentido, um curso de ação: é o curso de ação deliberadamente projetado e o curso de ação efetivamente seguido. Não só o que o governo diz e quer fazer. Também o que realmente faz e alcança, por si mesmo, ou em interação com atores políticos e sociais, além de suas intenções" (Aguilar Villanueva, 1992, p. 25). Outros autores consideram que a política envolve antes um curso de ação, uma teia de decisões, quer dizer, mais do que uma decisão (Ham; Hill, 1993, p. 27). Isto implica que a política é composta por uma rede complexa de decisões interconectadas, que juntas definem o que ela representa. Essas decisões não são estáticas; elas evoluem ao longo do tempo, dificultando o encerramento definitivo de uma política. Além disso, o estudo das políticas precisa considerar não apenas as decisões tomadas, mas também aquelas que foram deliberadamente evitadas ou deixadas de lado, quer dizer, a não tomada de decisão⁵⁵.

As políticas de estado relacionadas ao setor de data centers têm focado na atração de investimentos para facilitar a operacionalidade das empresas praticamente em todo o território nacional. Quando as políticas não vêm do governo federal, o governo estadual tem tomado a iniciativa de afrouxar leis ambientais e critérios de licenciamento ambiental, ou de criar leis para repartir incentivos fiscais ou reduções tributárias. A maioria destas políticas tem vindo como sugestões do setor de tecnologia, através da Associação Brasileira das Empresas de Software (ABES), da Brasscom, e da Associação Brasileira de Data Centers (ABDC), que anunciaram em várias notas de imprensa e estudos algumas medidas de fomento à indústria de data centers que o governo pode implementar (Siqueira, 2025; Brasscom, 2025). ■

55 A não tomada de decisão refere-se à prática de restringir o processo decisório a temas considerados seguros, manipulando valores dominantes na comunidade, mitos, procedimentos e instituições políticas. A não tomada de decisão ocorre quando os valores predominantes, as regras aceitas, as relações de poder entre grupos e os instrumentos de controle, isoladamente ou em conjunto, impedem que certas reivindicações se tornem questões relevantes para decisão. Isso é diferente de questões que, por natureza, não devem entrar na agenda de políticas públicas (Bachrach; Baratz, 1963).

5.1 Políticas de atração do setor: o MDIC como ponta de lança

As políticas de atração relacionadas ao setor de data centers tomadas pelo governo federal e pelos principais estados onde estão se desenvolvendo grandes projetos do setor são orientadas pelas ações estratégicas apontadas no estudo chamado “Estratégia para a implementação de política pública para atração de data centers”. Este estudo foi lançado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC) e pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) em 13 de junho de 2023. Trata-se de um estudo sobre o desenvolvimento do segmento de data centers no Brasil e suas possibilidades de ampliação e qualificação. O diagnóstico foi realizado pelas empresas de consultoria Frost & Sullivan e Prospectiva. O diagnóstico de caráter econômico tem “o objetivo de realizar o desenho de um mecanismo de atração de investimentos em data centers no Brasil, no formato de uma estratégia de políticas públicas” (ABDI, 2023). O estudo contempla: I) mapeamento das oportunidades de instalação de data centers para prestação de serviços a terceiros no país, com base na análise da demanda regional e da oferta dos provedores de serviços de data centers; II) levantamento dos custos de construção e operação de um data center no Brasil seguindo padrões internacionais, comparando com países vizinhos da América do Sul; III) mapeamento das políticas públicas adotadas por outros países para o segmento de data centers, incluindo a análise do ambiente regulatório dos países analisados; IV) análise comparativa de competitividade entre o Brasil e os países vizinhos para realização de investimentos em data centers; V) identificação de fatores críticos de sucesso para o desenvolvimento de serviços de data center no país, com foco em marcos regulatórios e ambiente de negócios para estimular o mercado; e VI) proposição de uma estratégia de política pública para atração de provedores de data center.

O estudo propõe de forma clara 24 ações estratégicas divididas

em Fase A e Fase B, cada uma catalogada por “prioridade alta” ou “prioridade baixa”. Aqui podemos identificar a que tipo de política a estratégia aponta. Entre as ações com “prioridade alta” que chamam atenção estão:

- A “Redução de impostos sobre vendas e importação de equipamentos”, esta ação obedece à diretriz de redução do CAPEX⁵⁶.
- “Fornecimento de subsídios para geração de energia renovável”.
- “Criação de mecanismos de dispensa de licenças para projetos de baixo impacto”.
- “Redução de impostos sobre a energia elétrica”.
- “Construção de parque de data centers”.
- “Criação de uma “janela única” para obtenção de documentos, registros e licenças”.

Também, na página 358 do estudo, descreve-se um conjunto de stakeholders que podem colaborar na execução da estratégia. Nesta parte, chama a atenção o papel ao qual é relegado o Ministério do Meio Ambiente, que é identificado como quem preside o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) e pode auxiliar na “execução das ações de desburocratização, como as de dispensa de licenciamento e digitalização de processos” (ABDI, 2023. p. 358).

Preocupa que as ações recomendadas pelo estudo estejam alinhadas a algumas das causas dos problemas que apontamos nos casos das comunidades afetadas pelo modelo de negócio do setor de data centers na América Latina e em diversas partes do mundo. Por exemplo: **subsídios e isenção de impostos ao setor**, política que já se mostrou problemática em pelo menos 32 estados nos EUA e que vários **especialistas recomendam fortemente evitar** (Leroy; Tarczynska, 2025); **afrouxamento nas leis de licenciamento ambiental** sob um discurso de “desburocratização”, desculpa que foi o motor para a aprovação do PL da Devastação — lei que especialistas do Observatório do Clima denunciam como “um ataque direto ao direito de todas as pessoas a um meio ambiente equilibrado. É **inconstitucional**, é **injusto** e entrega nosso futuro nas mãos de quem só pensa em lucro a qualquer custo” (Observatório do Clima, 2025). Em relação ao afrouxamento e à chamada “desburocratização” dos processos de licenciamento ambiental, o estudo propõe a **abertura de uma “janela única” para licenciamento**. Isto é um chamado direto para a aprovação, às pressas, de megaprojetos com alto potencial de impactos socioambientais, o que **pode trazer como consequência situações de racismo e injustiça ambiental**, bem como de violações de direitos fundamentais de povos indígenas, quilombolas e da comunidade em geral, especialmente quando tais iniciativas não passam pelo devido rigor de avaliação que

56 O CAPEX é o custo voltado para despesas com aquisição de ativos, como imóveis, máquinas, entre outros.

empreendimentos da magnitude de um data center hiperescala ou de IA requerem. A respeito do pedido de **subsídios para a geração de energia renovável**, observa-se com preocupação a expansão acelerada de usinas eólicas e parques solares, que podem reproduzir dinâmicas de desenvolvimento com alto custo socioambiental e têm trazido tanto mal-estar às comunidades, especialmente no Nordeste do país, que têm sido objeto de mobilização por parte do Movimento de Atingidos e Atingidas pelas Renováveis, que vem dando visibilidade a esses conflitos socioambientais.

Por outro lado, o estudo sugere a **redução de impostos sobre a energia elétrica**, ação que pode trazer maior pressão sobre o já frágil sistema de distribuição elétrica do país e encarecimento da conta de energia dos cidadãos e cidadãs, como já aconteceu em treze estados e um distrito federal nos Estados Unidos, onde as contas de energia dos cidadãos aumentaram em 180% devido aos data centers. Cabe ressaltar que dois dos maiores projetos de data centers para IA (Scala Data Center; em Eldorado do Sul; e TikTok, em Caucaia) hoje em andamento estão sendo previstos em zonas com grande dificuldade de acesso a água e energia.

Após análise das ações estratégicas do estudo lançado pelo MDIC e pela ABDI, observa-se que elas têm um viés desenvolvimentista, que, segundo os autores consultados, estaria alinhado a lógicas típicas do chamado “colonialismo de dados”, comumente associado às grandes empresas do setor. Isso envolve concessão de acesso à terra, água e energia em condições facilitadas, além de isenção de impostos em equipamentos e operações para que as empresas se instalem no país e possam exportar dados como parte de seus modelos de negócio. Em outras palavras, e como já foi mencionado, essas empresas, aparentemente, tendem a externalizar os custos de produção e os impactos socioambientais para importar seus lucros, reproduzindo seu modelo de negócio desigual. Assim, o país acaba por ceder recursos e infraestrutura sob o argumento de fomentar e atrair investimentos e inovação tecnológica, mas corre o risco de absorver ônus socioambientais, tais como: contaminação do ar pela emissão de GEE e seus consequentes impactos na saúde da população, crises hídricas e energética, aumento da desigualdade social e ambiental, entre outros aspectos.

Como apresentaremos a seguir, as ações estratégicas delineadas no estudo citado vêm sendo incorporadas a outras políticas públicas de incentivo ao setor de data centers, tanto em âmbito federal quanto no estadual. Documentos e iniciativas analisados indicam a participação ativa de órgãos como o Ministério da Fazenda e o MDIC no processo de formulação e implementação de medidas de estímulo, especialmente no que se refere ao projeto do data center da TikTok em Caucaia, em que o MDIC teve várias reuniões diretas com a empresa.

Vejamos as políticas que têm sido implementadas a partir do estudo:

1. **Linha de crédito do BNDES específica para investimento em data centers no país:** lançada em setembro de 2024 com orçamento de R\$ 2 bilhões, a medida integra a Missão 4 da Nova Indústria Brasil, que tem como finalidade a digitalização das empresas nacionais (BNDES, 2024)⁵⁷. O BNDES está atuando como um dos parceiros importantes em ações de concessão de crédito e subvenções ao setor (ABDI, 2023, p. 358).
2. **Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (Fust):** O BNDES também vai disponibilizar recursos do Fust em linhas de financiamento para empresas de tecnologia investirem na construção e ampliação de data centers no país. São R\$ 600 milhões (Matos, 2025).
3. **Medida Provisória 1.307:** aparentemente, é a substituta da MP que criava o Regime Especial de Incentivos ao Investimento em Data Centers (Redata) ou o Plano Nacional de Data Centers. A medida desonera tributos federais e os bens de capital ligados à tecnologia da informação para os centros de dados e para a exportação de serviços. O texto passa a incluir a prestação de serviços ao mercado externo entre os benefícios das Zonas de Processamento de Exportação (ZPE) (Maia; Bezutti, 2025). Esta política está alinhada com as ações de “redução de impostos sobre vendas e importação de equipamentos” e com o “fornecimento de subsídios para geração de energia renovável”.

⁵⁷ Em 1º de julho de 2025, a Prefeitura do Rio de Janeiro fechou um acordo com o BNDES, ministérios e parceiros para desenvolver um hub de centro de dados aproveitando esta linha de crédito. O projeto, chamado de “Rio AI City”, pretende alcançar até 2032 uma capacidade de 3 GW, e o custo estimado para a implementação é de US\$ 65 bilhões. O hub ficará no Centro Metropolitano, bairro planejado dentro da Barra da Tijuca (Prefeitura Rio, 2025).

Além das políticas de incentivo ao setor de data centers, o governo federal lançou em 2024 o **Plano Brasileiro de Inteligência Artificial (PBIA) 2024-2028**. Com um investimento previsto de R\$ 23 bilhões em quatro anos, o plano “visa transformar o país em referência mundial em inovação e eficiência no uso da inteligência artificial, especialmente no setor público”. Entre seus desafios, o plano pretende expandir e modernizar a capacidade computacional para IA em ICTs, incluindo data centers e processadores especializados (MCTI, 2024). O plano continua beneficiando as empresas transnacionais, já que contempla a compra e aquisição de equipamentos de TI (processadores, chips, etc.) para dotar os data centers. O plano não especifica onde se pretende implantar esses novos data centers.

Por outro lado, há as políticas de incentivo e atração do setor de data centers implementadas por alguns estados, como Rio de Janeiro, São Paulo, Goiás e Rio Grande do Sul.

Quadro 1 – Políticas de incentivo e atração de data centers no Brasil

Município / Estado	Nome / Número da lei	Data de aprovação	Objetivo	Incentivos e benefícios para o setor	Regulação da atividade e operações do setor
Eldorado do Sul/RS	Lei municipal nº 5.949	06/12/2024	Criação do Polo Tecnológico de Data Centers para implantação de data centers da empresa Scala Data Centers. Possibilitará a instalação de grandes empresas provedoras de serviços de nuvem e tecnologia da informação para operacionalização de computação, armazenamento de dados e desenvolvimento de inteligência artificial.	Isenção de tarifas e tributos municipais. O Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) do empreendimento só será realizado caso o interessado (a Scala Data Center) o solicite. Exime a empresa de qualquer medida ou prestação compensatória, ou mitigatória abusiva. Licenciamento autorregulatório.	Não
Estado do Rio de Janeiro	Lei nº 10.431/2024, conhecida como Lei do Data Center	21/06/2024	Criação de um regime diferenciado de tributação para empresas cuja atividade econômica principal seja identificada pelo código 6311-9/00, relativo às atividades de disponibilização de infraestrutura para os serviços de tratamento de dados e de aplicação e hospedagem na internet, que vierem a se instalar ou já estejam instaladas no Estado do Rio de Janeiro.	Prevê diferimento do ICMS para 0% na importação de infraestrutura de TI, incluindo servidores, switches de rede e transceptores ópticos.	Não
São Paulo/SP	Decreto nº 64.771	03/02/2020	Isentar equipamentos de data centers do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS).	Entre os equipamentos isentos do imposto, estão: servidores com unidade de memória, switches, módulos transceptores ópticos, cabos de comunicação, réguas de energia (PDU, power distribution unit), baterias, acelerador de hardware ASIC, entre outros.	Não
Estado de Goiás	Lei Complementar nº 205/2025	19/05/2025	Institui a Política Estadual de Fomento à Inovação em Inteligência Artificial no Estado de Goiás.	O estado promoverá ações voltadas à atração, à implantação, à ampliação e à operação de infraestrutura digital estratégica, com ênfase em data centers [...].	A atuação estatal deverá observar os princípios da eficiência energética e da sustentabilidade ambiental. Impõe alguns requisitos de governança ambiental:

- Preferência pelo uso de fontes renováveis de energia, sistemas de eficiência energética, reaproveitamento de água e controle de temperatura com menor impacto ambiental conforme as diretrizes da política ambiental estadual.
- A adoção de medidas de compensação ambiental, quando aplicável, nos termos da legislação estadual, especialmente para projetos de grande porte ou com impacto territorial significativo.

Fonte: elaboração própria.

As leis acima listadas liberam isenções fiscais e flexibilizam os processos de licenciamento ambiental para o setor de data centers (Camacho, 2025). Vale a pena destacar a Lei Complementar nº 205/2025, do Estado de Goiás, a qual, além das isenções fiscais, define alguns critérios de proteção ambiental e de sustentabilidade para as empresas operarem no território. Porém, a tendência é de criar leis focadas em incentivos com poucos ou nenhum contrapeso para mitigar os impactos socioambientais do setor, quer dizer, leis que se adaptam perfeitamente aos interesses das empresas de data centers.

Olhando para fora do Brasil, onde foram implementadas políticas de incentivos desse tipo, podem se observar os impactos negativos. Muitos estados dos EUA ofereceram incentivos fiscais significativos para atrair data centers, o que levou à renúncia de grandes quantidades de receita fiscal sem retornos proporcionais em termos de desenvolvimento econômico. Desse modo, governadores e legisladores agora questionam se aqueles incentivos realmente geraram benefícios para as comunidades (Arbache, 2024). Segundo o relatório *“Cloudy With a Loss of Spending Control: How Data Centers Are Endangering State Budgets”* (em português, “Como os data centers estão colocando em risco os orçamentos estaduais”), da Good Jobs First, pelo menos 10 estados já perderam mais de 100 milhões de dólares por ano em arrecadação de impostos para os data centers (Leroy; Tarczynska, 2025). O relatório levanta dados realmente alarmantes.

Isso porque, dos 32 estados que oferecem incentivos fiscais a data centers, 12 não divulgam nem mesmo as perdas agregadas de receita — muito menos os subsídios específicos por empresa, como é comum em políticas de desenvolvimento econômico. Esses 12 estados “opacos” incluem Indiana, Carolina do Norte e Utah, todos com investimentos substanciais e/ou em expansão em data centers

Leroy; Tarczynska, 2025, p. 4

O relatório conclui que “não existe nenhuma outra forma de gasto estadual que esteja tão fora de controle nos Estados Unidos”. Portanto, recomendam que os estados cancelem suas isenções fiscais para data centers. Já que “esses subsídios são absolutamente desnecessários para uma indústria extremamente lucrativa, dominada por algumas das corporações mais ricas do mundo, como Amazon, Microsoft, Apple, Meta e Alphabet (dona do Google)” (Leroy; Tarczynska, 2025).

Nevada e outros estados evidenciam que os benefícios em termos de criação de emprego e crescimento econômico local foram mínimos em comparação com o montante de impostos que os estados deixaram de arrecadar. A Virgínia, que também ofereceu grandes incentivos para data centers, agora enfrenta um debate sobre a proporcionalidade dos retornos para os cidadãos e pagadores de impostos e se os benefícios teriam sido “privatizados” (Arbache, 2024). A dificuldade de geração de emprego do setor também é reconhecida pelo Ministério da Fazenda e é uma das preocupações da sociedade civil apontadas no estudo do grupo de trabalho interministerial (Casa Civil; Ministério de Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços; Ministério de Minas e Energia; Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos; e Ministério da Fazenda) do governo (Ministério da Fazenda, 2025).

As políticas de atração do setor executadas e projetadas pelo governo, fundamentadas nas 24 ações da “Estratégia para a implementação de política pública para atração de data centers”, indicam uma diretriz centrada na promoção de investimentos e crescimento econômico. Conforme observado por diversos autores e experiências internacionais, há riscos de que, se essas políticas não forem acompanhadas de análises socioambientais robustas e de mecanismos regulatórios específicos, possam gerar impactos negativos já identificados em nos Estados Unidos, em alguns países da União Europeia e em países do Sul Global. No contexto de crise climática mundial, a ausência, até o momento, de políticas específicas de regulação e licenciamento ambiental voltadas ao setor de data centers no Brasil, conforme será detalhado na próxima seção, levanta preocupações quanto à capacidade do país de mitigar potenciais efeitos adversos desses empreendimentos.

5.2 Políticas de regulação dos data centers no Brasil

O crescimento no número de políticas de atração e incentivo do setor de data centers no Brasil tem sido inversamente proporcional ao número de políticas para regular o setor e mitigar seus impactos sociais e ambientais. Hoje, o país não possui um instrumento jurídico para regular o setor, não possui exigências legais específicas de eficiência energética (PUE), uso hídrico (WUE), reaproveitamento de calor (*heat reuse*). Tampouco há uma política de reporte obrigatório dessas métricas, o que dificulta a avaliação do impacto ambiental desse setor e impede o uso de instrumentos fiscais ou regulatórios para premiar quem faz melhor (Modanez; Rocha, 2025). Além disso, questões como o uso de fontes renováveis e mitigação de impactos permanecem sem diretrizes claras (Fernandes; Mendes et al., 2025).

Existem alguns dispositivos regulatórios circulando no congresso nacional, mas sem previsão de serem aprovados:

- 1. Projeto de Resolução do Senado nº 68:** o projeto visa criar a Frente Parlamentar Mista de Infraestrutura Digital e Desenvolvimento Sustentável de Data Centers. Segundo a proposta, a Frente Parlamentar teria entre suas finalidades: defender políticas que garantam a responsabilidade social e ambiental na implementação e operação da infraestrutura digital, incluindo eficiência energética, uso de fontes renováveis e práticas sustentáveis; e acompanhar e influenciar a elaboração de normas técnicas e regulamentações específicas para o setor de infraestrutura digital e data centers, em colaboração com órgãos reguladores competentes. Proposto em 26 de dezembro de 2024, o projeto está aguardando designação de relatoria na Comissão de Comunicação e Direito Digital (CCDD) do Senado.

2. Projeto de Lei nº 2338/2023, ou PL da IA: O projeto de autoria do senador Rodrigo Pacheco (PSD/MG) dispõe sobre o desenvolvimento, o fomento e o uso ético e responsável da inteligência artificial com base na centralidade da pessoa humana. O projeto não procura regulamentar diretamente os data centers, mas, no seu artigo 59, inciso IV, faz referência ao fomento e incentivo da inovação no campo da IA. Uma das medidas coloca o “incentivo à ampliação da disponibilidade de data centers sustentáveis de alta capacidade de processamento de dados para sistemas de IA [...]” (Brasil, 2023). Porém, o PL não especifica o que seria um data center sustentável. Esse dispositivo tem o potencial de regular os data centers para IA, mas depende da deliberação dos deputados e das audiências públicas, e da consideração de emendas que adicionem medidas de regulação e definam concretamente o que é e deve ser um data center sustentável. Só assim poderemos avançar em um modelo de desenvolvimento responsável e garantir a mitigação dos impactos ambientais desse setor.

3. Projeto de Lei nº 3018/2024, ou PL dos Data Centers de IA: O projeto de autoria do senador Styvenson Valentim (Podemos/RN) dispõe sobre a regulamentação dos data centers de inteligência artificial. O PL está tramitando no Senado aguardando parecer do relator, senador Pedro Chaves (MDB/GO), na Comissão de Ciência e Tecnologia (CCT) do Senado Federal.

Após análise, observamos que este PL carece de instrumentos de responsabilização dos operadores de data centers sobre a prestação de contas relacionadas ao consumo de água e energia. O texto atual não prevê diretrizes claras sobre métricas mínimas de eficiência ou mecanismos de auditoria e fiscalização das operações, nem um órgão responsável por fazer auditorias aos operadores dos data centers. Quando dispõe algumas responsabilidades ao setor, o projeto de lei as coloca sobre a estrutura; por exemplo, no seu artigo 3º, enumera um conjunto de obrigações e medidas que “os data centers devem adotar para funcionar”. Atribuir responsabilidades de atuação a uma estrutura ou grupo de estruturas pode gerar problemas, já que essas infraestruturas não se movimentam por si só, elas são usualmente movimentadas e acionadas, geridas pela ação humana, neste caso, pelas pessoas responsáveis pelas operadoras de data centers. Para que este PL se constitua verdadeiramente em um instrumento jurídico capaz de regular o setor, precisa definir medidas concretas relacionadas à eficiência energética e aos impactos socioambientais dos data centers orientados à IA. Da mesma forma, deve considerar a consulta pública às comunidades onde essas infraestruturas serão colocadas para operar, e permitir que elas decidam se querem ou não um data center perto ou dentro da comunidade.

- 4. Projeto de Lei nº 2080/2025:** O projeto de autoria da deputada Duda Salabert (PDT/MG) institui a Política Nacional de Eficiência Energética e Sustentabilidade Socioambiental para data centers, estabelece diretrizes, metas e instrumentos para sua implementação, e dá outras providências. O PL se encontra aguardando parecer do relator, deputado Vitor Lippi (PSDB/SP), na Comissão de Ciência, Tecnologia e Inovação (CCTI) da Câmara dos Deputados.

58 O BNDES anunciou recentemente a criação de um fundo de investimentos voltado a data centers e inteligência artificial, com aporte inicial de até R\$ 1 bilhão e potencial de alavancar até R\$ 5 bilhões, conforme noticiado pelo jornal Valor Econômico e outros veículos midiáticos (Salabert, 2025).

Na contramão do PL nº 3018, este PL define muito bem como deve ser regulado o setor de data centers visando garantir sustentabilidade e justiça ambiental. Alguns critérios sugeridos pelo projeto de lei são: I) uso de energia de fontes renováveis, com comprovação de fornecimento limpo ou compromisso de transição até 2030; II) eficiência energética, com parâmetros como PUE ≤ 1,3 e certificações como ISO 50001; III) neutralidade de carbono, com plano de transição e inventário auditado de emissões; IV) gestão hídrica responsável, com mensuração de WUE e uso de tecnologias de reúso e vedação à captação de água em mananciais sensíveis; V) aproveitamento do calor residual; VI) política de logística reversa e descarte de resíduos eletrônicos; VII) avaliação de impacto ambiental com participação social; VIII) transparência e governança ambiental, com divulgação pública dos indicadores socioambientais.

Estes mesmos critérios foram levantados na indicação 1527/2025, de 2 de julho de 2025, também da deputada Salabert, que sugere ao MDIC a adoção de critérios de sustentabilidade ambiental para a priorização de investimentos em data centers no âmbito do fundo anunciado para o setor pelo BNDES⁵⁸.

- 5. Resolução da Anatel nº 780, de 1º de agosto de 2025:** Dispõe sobre a criação de um procedimento operacional para avaliar se os data centers instalados possuem os requisitos exigidos pela Anatel. Dito procedimento operacional deve ser criado em até 240 dias após publicação desta resolução. Os novos dispositivos, incluídos no regulamento como Título VI-A, estabelecem que apenas data centers com avaliação de conformidade poderão ser contratados ou instalados pelas prestadoras. Entre os requisitos exigidos e que deverão estar no procedimento operacional, estão: utilizar tecnologias e práticas que promovam a eficiência energética e redução da energia consumida; e operar em conformidade com as melhores práticas ambientais e de sustentabilidade (Anatel, 2025). A vigência dessas regras começa em dezembro de 2025.

Como podemos observar, não existe hoje um dispositivo de regulação do setor de data centers no Brasil, há somente iniciativas, projetos, mas, por enquanto, nada concreto, com exceção da resolução da Anatel. Esse cenário de desregulação sobre o uso e consumo da água e da energia e sobre o uso do território por parte do setor de data centers que operam no país torna imprevisíveis os impactos socioambientais. Essa opacidade ou escassez de da-

dos relacionados ao consumo de energia e água não ocorre só no Brasil, mas na América Latina toda (Gáscon; López; Oeko, 2025). Aliás, conforme mencionado nos casos de estudo apresentados, é prática da indústria de data centers ao redor do mundo, como demonstrou uma análise publicada pelo *The Guardian*, que evidencia que as emissões reais dos data centers pertencentes a Google, Microsoft, Meta e Apple podem ser até 662% maiores do que os valores declarados oficialmente por essas empresas nos seus relatórios (O'Brien, 2024).

Essa falta de transparência, própria do modelo de negócios dessas empresas, como já mencionado, representa um problema para a criação de políticas públicas de prevenção, controle e mitigação dos impactos socioambientais dessa indústria. A opacidade dos dados relacionados ao consumo de água, energia e extensão territorial não é derivada do desconhecimento, mas de um ocultamento estratégico estrutural para evitar a discussão sobre os impactos ambientais da indústria dos data centers e, consequentemente, sua regulação. O opaco não é invisível, ele mostra apenas o que interessa mostrar (Fernandes; Gomes et al., 2025).

Pelo anteriormente mostrado, podemos afirmar que as políticas dirigidas aos data center no Brasil estão mais inclinadas a gerar formas de atrair investimentos do que a regular o negócio dos dados — em alinhamento explícito com a estratégia de atração do setor do MDIC mostrada no estudo da ABDI. Vemos que, assim como crescem os incentivos por parte dos governos federal e estadual para o setor de data centers e o investimento no setor, cresce também a demanda por água, energia e territó-



rio, aumentando o risco de impactos socioambientais profundos, que não estão sendo devidamente abordados, tanto em termos da regulação nacional, que não existe, quanto em termos de diálogo com a sociedade (Fernandes; Mendes et al., 2025).

Esse cenário é motivo de atenção, pois, na ausência de revisão crítica das atuais diretrizes, o Brasil pode vir a enfrentar desafios semelhantes aos observados em países como Chile, México e Uruguai, em que estudos apontam impactos associados à atuação de empresas do setor de data centers. Em termos analíticos, e conforme autores citados ao longo deste trabalho, tal tendência pode ser interpretada como uma reprodução da lógica do chamado “colonialismo de dados”.

Nesse sentido, consideramos importante, também, olhar o que vem se fazendo em diferentes países a respeito de levantar políticas e medidas regulatórias para o setor de data centers. Modanez e Rocha (2025) resumem muito bem:

- Na União Europeia, por exemplo, data centers com mais de 500 kW de capacidade são obrigados, desde setembro de 2024, a reportar publicamente indicadores como PUE (eficiência energética), WUE (uso hídrico), reaproveitamento de calor e percentual de energia renovável. Essa medida visa aumentar a transparência e criar uma pressão regulatória para que o setor adote padrões mais sustentáveis, preparando o terreno para metas obrigatórias nos próximos anos.
- A França foi além: data centers com mais de 1 MW devem, por lei, instalar sistemas de reaproveitamento de calor residual. E aqueles com mais de 500 kW já são obrigados a divulgar publicamente suas métricas ambientais. Além disso, o país vincula benefícios fiscais a metas concretas de eficiência, como a redução do PUE e a reutilização de calor em redes públicas de aquecimento.
- Nos Países Baixos, a expansão desordenada foi freada com uma moratória temporária sobre data centers *hyperscale* até que se definam critérios mínimos ambientais e urbanísticos. E, na Dinamarca, uma reforma recente eliminou o imposto sobre calor residual, incentivando data centers a integrar seu calor excedente aos sistemas de aquecimento urbano, política que já abastece bairros inteiros com energia reaproveitada.
- Já em Singapura, uma cidade-estado com espaço físico e recursos naturais limitados, foi adotada uma abordagem centrada em normas técnicas: lá, só recebe licença para operar quem cumpre o padrão SS 564, baseado em monitoramento rigoroso de consumo, plano de melhoria contínua e compromisso com fontes renováveis. A lógica é simples: eficiência não é opcional, é pré-requisito.

Este estudo reúne elementos suficientes para indicar a urgência de políticas de regulação claras e eficazes, capazes de estabelecer limites à expansão de data centers sem os devidos controles ambiental e social. A ausência de diretrizes robustas pode contribuir para a reprodução de modelos de desenvolvimento que geram impactos socioambientais significativos, os quais, conforme apontado por diferentes levantamentos e estudos recentes, tendem a se concentrar em países do Sul Global, como o Brasil, em razão de marcos regulatórios menos restritivos. ■



6.

Recomendações: o que fazer para o Brasil não virar mais um caso do colonialismo de dados

O crescimento da demanda por serviços de IA alimentada pelas empresas que operam esta tecnologia — resultado de investimentos bilionários impulsionados pela ideia de uma nova revolução tecnológica — e a preocupação por parte dos investidores nessa tecnologia em ver o retorno dos seus investimentos⁵⁹ tem se traduzido no aumento do número de data centers operando em mega projetos ao redor do mundo — por vezes de maneira irresponsável com a natureza e as comunidades, conforme levantamentos apresentados neste texto. Como já mencionamos, o governo e as empresas do setor no Brasil não querem ficar de fora dessa corrida, o que, segundo diferentes análises expostas no presente estudo, levanta preocupações, em razão do histórico acumulado dos impactos socioambientais associados ao setor de data centers. É por isso que, como bem pontuam Fernandes Mendes *et al.* (2025), o setor de data centers, pelo seu impacto cumulativo na crise climática e na pressão sobre “recursos naturais” finitos, exige normas que se traduzam em mecanismos concretos de precaução, fiscalização, mitigação e reparação de danos. Devemos considerar, também, que os impactos não são apenas ambientais, mas abrangem outros aspectos, como possíveis limitações à participação social.

⁵⁹ A preocupação está beirando o desespero, já que, segundo um relatório do MIT, 95% dos projetos de IA generativa no mundo corporativo não conseguiram gerar nenhum lucro (Fishlow; Joshua, 2025).

Nesse sentido, seguem algumas recomendações para o que consideramos uma regulação necessária do setor visando a um desenvolvimento tecnológico que considere a defesa da natureza como central. As recomendações são dirigidas aos tomadores de decisões e formuladores de políticas públicas do Brasil.

Primeiramente, considera-se fundamental a criação de dispositivos jurídicos, com ênfase na esfera federal, para uma regulação compatível com a complexidade e os impactos associados à operação de data centers no país. A centralização no âmbito federal busca evitar a realocação de empreendimentos em unidades federativas com regras menos rigorosas, o que já tem sido documentado em levantamentos e casos analisados neste estudo. Contudo, é também importante salientar que deve ser respeitada a autonomia dos entes federativos para tratar das questões locais, que são essenciais para o controle ambiental específico do território.

Além disso, recomenda-se que o Estado, através dos ministérios — de Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC); da Fazenda; de Minas e Energia (MME) e todo o seu aparato; e do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) —, promova um levantamento sistemático e atualizado sobre o consumo de água e energia e a emissão de GEE dos quase 180 data centers que já estão em operação no Brasil. Tal mapeamento é essencial para que se tenha um panorama claro e atual dos impactos socioambientais dessa indústria em território nacional. E, com base nesse panorama, será possível estruturar uma estratégia de precaução, mitigação e reparação voltada aos projetos já existentes e aos que estão por vir.

A respeito dos dispositivos ou protocolos jurídicos, entende-se que devem ser elaboradas normas que direcionem sua atenção, de forma criteriosa, aos seguintes aspectos:

RESPEITO AOS LIMITES PLANETÁRIOS

- 1.** Adotar uma estratégia para o uso da inteligência artificial e da computação em nuvem baseada em princípios de suficiência e valor social, diferenciando usos essenciais e não essenciais. Deve-se priorizar aplicações que atendam às necessidades públicas e coletivas (pesquisas científicas voltadas ao meio ambiente, sistemas de saúde pública, educação e administração pública digital) e evitar a expansão de usos de alto impacto energético e baixo valor social, especialmente aqueles associados a modelos de IA gerativa voltados para finalidades comerciais ou supérfluas.
- 2.** Estabelecer limites absolutos de energia e recursos para data centers, reconhecendo o efeito rebote da eficiência (quanto mais eficiente, maior tende a ser a demanda global).
- 3.** Exigir a eliminação efetiva das emissões de gases de efeito estufa associadas à operação do data center, incluindo aquelas provenientes da energia consumida, mediante redução direta, sem uso de mecanismos de compensação baseados em créditos de carbono, e com rastreabilidade pública e auditoria independente baseada em padrões técnicos reconhecidos.
- 4.** Assegurar a realização de consultas públicas prévias, livres e informadas nos territórios onde se pretende instalar data centers, em conformidade com a Convenção 169 da OIT quando se tratar de povos indígenas e comunidades tradicionais. Além disso, estabelecer mecanismos análogos para garantir a participação efetiva de qualquer comunidade potencialmente afetada, independentemente de sua etnia ou condição, de modo a fortalecer a avaliação socioambiental e assegurar o direito das populações locais de decidir sobre empreendimentos que impactem seus territórios.
- 5.** Estabelecer salvaguardas regulatórias para impedir que a elevada demanda de água e energia dos data centers resulte em aumento das tarifas cobradas de consumidores residenciais, bem como evitar que a valorização ou especulação fundiária decorrente de sua instalação pressione o custo da terra e impulse o deslocamento de comunidades locais. Tais salvaguardas devem ser incorporadas às políticas tarifárias da Aneel, da ANA e de agências estaduais de regulação, além de instrumentos de ordenamento territorial.
- 6.** Criar sistemas legalmente vinculantes que assegurem que, em caso de escassez — por exemplo, quando for declarada emergência pelo município —, água e energia sejam priorizadas para residências e serviços essenciais (saúde, agricultura familiar) antes de atender aos data centers.

TRANSPARÊNCIA, PARTICIPAÇÃO SOCIAL E PRESTAÇÃO DE CONTAS

- 7.** Estabelecer um protocolo obrigatório de monitoramento da cadeia de extração mineral, com critérios que proíbam o uso, em data centers, de equipamentos produzidos a partir de minérios extraídos em áreas de conflito ou alto risco socioambiental e de direitos humanos.
- 8.** Criar uma plataforma pública de dados de impacto socioambiental do setor: mecanismo essencial para trazer transparência ao setor. Nessa plataforma, estariam à disposição do público em geral dados relacionados a: consumo de água, consumo de energia e disposição do lixo eletrônico. O intuito é ter dados e indicadores socioambientais para ajustar políticas de mitigação dos impactos da indústria na natureza e na sociedade.

DOCUMENTAÇÃO E MÉTRICAS MÍNIMAS

- 9.** Tornar obrigatória a medição do consumo de água e energia segundo indicadores como o WUE (*Water Usage Effectiveness*) e PUE (*Power Usage Effectiveness*), respectivamente. Para que o PUE seja eficaz na representação do consumo de energia, é necessário ajustá-lo de modo a refletir a influência do tempo. Isso pode ser feito exigindo que os relatórios de PUE representem valores médios observados ou estimados ao longo de um período significativo, pelo menos um ano, a fim de considerar as variações sazonais; e não apenas aqueles medidos no momento de entregar o relatório. Também devemos exigir, além do WUE, a implementação do indicador WUEsource. Como discutido anteriormente, a água utilizada na geração de eletricidade também é relevante para entender a pegada hídrica total de um data center. Nesse sentido, o WUEsource coloca na equação a água usada para gerar a fonte de energia do data center. Incluir um limite para o uso de água funciona unicamente como um desincentivo ao aumento da intensidade hídrica com o objetivo de reduzir o PUE, como é costume no setor. Vale a pena avaliar a possibilidade de usar métricas mais acuradas, como a Electric Energy Usage Effectiveness (EEUE), a qual considera fatores como tecnologia de refrigeração, taxa de utilização da carga, classificação do data center e clima regional, resultando na métrica ajustada EEUE-X, que compensa diferenças sistêmicas e considera a diversidade em operações de data centers no Brasil.
- 10.** Exigir o uso de energias renováveis para todas as operações do data center e exigir o Fator de Energia Renovável (REF, *Renewable Energy Factor*) como indicador para medir quanto da energia consumida pelos data centers é energia renovável, caso exista a possibilidade do uso de fontes mistas de energia. Este indicador mede a proporção de energia renovável no consumo total de energia de um data center.

Portanto, não se trata de um indicador de eficiência energética, mas, sim, de uma métrica relacionada à origem da energia utilizada.

11. Incluir os data centers no rol de empreendimentos que obrigatoriamente devem apresentar Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) antes da licença de instalação, para avaliar os efeitos diretos sobre o território, a biodiversidade, o consumo de água e energia, as emissões indiretas e os impactos sociais nas comunidades vizinhas, garantindo ampla participação social.
12. Tornar obrigatório que usinas eólicas e parques solares destinados ao fornecimento de energia para data centers sejam submetidos a Estudos e Relatórios de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), contemplando os efeitos sobre os ecossistemas, os recursos hídricos e as comunidades locais, para assegurar processos de licenciamento mais completos e participativos. Esta exigência visa evitar impactos socioambientais desproporcionais e práticas discriminatórias durante a construção desses projetos.

REDISTRIBUIÇÃO DE RECURSOS

13. Estabelecer a obrigatoriedade de contribuição anual ao Fundo Nacional do Meio Ambiente, correspondente a valores proporcionais à receita auferida pela operação dos data centers, para garantir recursos contínuos destinados a políticas e ações de preservação ambiental em âmbito nacional.
14. Recomendar investimento mínimo anual proporcional ao valor total do projeto de instalação dos data centers. Esse investimento deve ser destinado à expansão, estruturação e operação da infraestrutura pública nacional de dados, fortalecendo a base tecnológica do país e promovendo soberania digital por meio do desenvolvimento de redes públicas de conectividade em fibra ótica; da criação e gestão de data centers públicos sob controle de instituições federais, estaduais ou municipais; e do fortalecimento da infraestrutura computacional em universidades públicas, institutos de pesquisa e projetos estratégicos de ciência, tecnologia e inovação.
15. Direcionar os recursos correspondentes às isenções fiscais, subsídios ou incentivos tributários que poderiam ser concedidos a data centers a fundos e programas de políticas públicas socioambientais e climáticas, de modo a garantir que esses valores apoiem iniciativas de preservação ambiental e ações climáticas em benefício da sociedade.

Com base na análise realizada neste estudo, entendemos que, caso o governo, os formuladores de políticas públicas e os tomadores de decisão considerem as recomendações aqui apresentadas, o Brasil poderá avançar rumo a um cenário mais positivo em relação aos impactos socioambientais provenientes do setor de data centers.

Ressaltamos, também, a importância da mobilização da sociedade civil, que deve cobrar de seus representantes no Congresso, nas câmaras municipais e demais esferas governamentais a consideração destas recomendações, bem como a formulação e implementação de políticas específicas para o setor em suas regiões, acompanhando e fiscalizando a execução dos projetos de data centers.



Referências

ABDI - AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Estratégia para a implementação de política pública para atração de Data Centers*. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/sdic/comercio-e-servicos/comercio/estudo_completo_datacenters_jun2023.pdf. Acesso em: 17 set. 2025.

ACCIOLLY FILHO, L. Data centers no Nordeste, minérios na África, lucros no Vale do Silício. *Le Monde Diplomatique*, 11 jun. 2025. Disponível em: <https://diplomatique.org.br/data-centers-no-nordeste-minerios-na-africa-lucros-no-vale-do-silicio/>. Acesso em: 17 set. 2025.

ACUÑA, S. Tecnología en el desierto - El debate por los data centers y la crisis hídrica en Uruguay. *MUTA*, 30 nov. 2024. Disponível em: <https://mutamag.com/cyberpunk/tecnologia-en-el-desierto/>. Acesso em: 17 set. 2025.

AGUILAR VILLANUEVA, L. F. *La hechura de las políticas*. Cidade do México: Miguel Ángel Porrúa, 1992.

ALVES, A. *Na linha de frente contra o “monstro do mar”*. [Entrevista]. 2025. Disponível em: https://291849b1-053d-41c6-a8e0-d2d000451c36.usfiles.com/ugd/291849_67b0c9b0a29f4226a1dcb9a4b1abca1e.pdf. Acesso em: 17 set. 2025.

ALVES, C. Agricultores de Serra do Mel(RN) debatem o impacto das Eólicas em Audiência Pública. *CUT-RN*, 10 jul. 2025. Disponível em: <https://rn.cut.org.br/noticias/agricultores-de-serra-do-mel-rn-debatem-o-impacto-das-eolicas-em-audiencia-publi-7303>. Acesso em: 17 set. 2025.

ANATEL - AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Estudo sobre o Mercado de Data Centers no Brasil*. 2022. Disponível em: https://telesintese.com.br/wp-content/uploads/2024/09/Data_Center_V_Final.pdf. Acesso em: 17 set. 2025.

ANATEL - AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. Resolução Anatel no 780, de 1º de agosto de 2025. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, edição 145, p. 5, 1º ago. 2025. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-anatel-n-780-de-1-de-agosto-de-2025-645914780>. Acesso em: 17 set. 2025.

ARBACHE, J. *Os custos e benefícios dos data centers*. Rio de Janeiro: Gesel - UFRJ, 2024.

ARELLANO, A.; CIFUENTES, L.; RÍOS, C. Las zonas oscuras de la evaluación ambiental que autorizó “a ciegas” el megaproyecto de Google en Cerrillos. *CIPER Chile*, 25 maio 2020. Disponível em: <https://www.ciperchile.cl/2020/05/25/las-zonas-oscuras-de-la-evaluacion-ambiental-que-autorizo-a-ciegas-el-megaproyecto-de-google-en-cerrillos/>. Acesso em: 17 set. 2025.

ARISTIMUÑO, F. J.; AGUIAR, D. Construcción de las Políticas de Ciencia y Tecnología en la Argentina (1989-1999). Un Análisis de la Concepción de las Políticas Estatales. *Redes*, Bernal, v. 21, n. 40, p. 41-80 jun. 2015.

ASCENTY. Conheça os tipos de Data Center e suas principais características. Ascenty - Data Centers e Conectividade | Onde os dados se encontram e se interconectam, 20 abr. 2023. Disponível em: <https://ascenty.com/blog/artigos/tipos-de-data-center/>. Acesso em: 17 set. 2025.

ASCENTY. Qual o maior Data Center da América Latina? Conheça agora! Ascenty - Data Centers e Conectividade | Onde os dados se encontram e se interconectam, 1º out. 2024. Disponível em: <https://ascenty.com/blog/artigos/maior-data-center-da-america-latina/>. Acesso em: 17 set. 2025.

BACHRACH, P.; BARATZ, M. S. Decisions and Nondecisions: An Analytical Framework. *American Political Science Review*, v. 57, n. 3, p. 632-642, 1963. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1952568>. Acesso em: 17 set. 2025.

BAPTISTA, D.; McDONNELL, F. Thirsty data centres spring up in water-poor Mexican town. *Context*, 6 set. 2024. Disponível em: <https://www.context.news/ai/thirsty-data-centres-spring-up-in-water-poor-mexican-town>. Acesso em: 17 set. 2025.

BARAKAT, A.; CAMERON, C.; DUNN, A.; JUNEJA, P.; PREST, E. Where cloud meets cement - A case study analysis of data center development. *The Maybe*, abr. 2025. Disponível em: https://cdn.prod.website-files.com/680949ac5f1b50bd51e4a964/682e72957dd411556eaeb230_The%20Maybe_Where%20cloud%20meets%20cement-%20a%20case%20study%20analysis%20of%20data%20center%20development.pdf. Acesso em: 17 set. 2025.

BECKER, C. *Insolvent: How to reorient computing for just sustainability*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2023.

BEIGNON, A.; THIBAULT, T.; MAUDET, N. *Imposing AI: Deceptive design patterns against stainability*. Disponível em: <https://www.arxiv.org/pdf/2508.08672.pdf>. Acesso em 23 set. 2025.

BIRKLAND, T. A. *An introduction to the policy process: Theories, concepts, and models of public policy making*. (Fifth edition). Routledge, Taylor & Francis Group, 2020.

BNDES - BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO. BNDES lança linha de R\$ 2 bilhões para data centers no Brasil. *Agência BNDES de Notícias*, 11 set. 2024. Disponível em: [https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/industria/BNDES-lanca-linha-de-R\\$-2-bilhoes-para-data-centers-no-Brasil/](https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/industria/BNDES-lanca-linha-de-R$-2-bilhoes-para-data-centers-no-Brasil/). Acesso em: 17 set. 2025.

BOLTE, L.; VAN WYNBERGHE, A. (2025). Sustainable AI and the third wave of AI ethics: A structural turn. *AI and Ethics*, 5(2), 1733-1742. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s43681-024-00522-6>. Acesso em: 17 set. 2025.

BRASIL. Câmara dos Deputados. *Projeto de Lei nº 2.338*, de 2023. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, [2023]. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2487262>. Acesso em: 17 set. 2025.

BRASSCOM. *Consumo de energia e água em data centers no Brasil*. São Paulo, ago. 2025. Disponível em: <https://brasscom.org.br/wp-content/uploads/2025/08/Estudo-sobre-o-Consumo-de-Energia-e-Agua-em-Data-Centers-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 17 set. 2025.

BUSINESS WIRE. *The Growth in Connected IoT Devices is Expected to Generate 79.4ZB of Data in 2025, According to a New IDC Forecast*. 18 jun. 2019. Disponível em: <https://www.businesswire.com/news/home/20190618005012/en/The-Growth-in-Connected-IoT-Devices-is-Expected-to-Generate-79.4ZB-of-Data-in-2025-According-to-a-New-IDC-Forecast>. Acesso em: 10 nov. 2023.

CAMACHO, L. Emergencia climática y centros de datos: El nuevo extractivismo de las Big Tech. *Derechos Digitales*, 1º ago. 2025. Disponível em: <https://www.derechosdigitales.org/25757/emergencia-climatica-y-centros-de-datos-el-nuevo-extractivismo-de-las-big-tech/>. Acesso em: 17 set. 2025.

CASSINO, J.; SOUZA, J.; SILVEIRA, S. A. da (Orgs.). *Colonialismo de dados: Como opera a trincheira algorítmica na guerra liberal*. Cotia, SP: Autonomia Literária, 2021.

CASTELLANOS, D. S. Google adapta centros de datos en Latam ante retos hídricos: Este fue el caso de Uruguay. *Bloomberg Línea*, 27 fev. 2025. Disponível em: <https://www.bloomberglinea.com/tecnologia/google-adapta-centros-de-datos-en-latam-ante-retos-hidricos-este-fue-el-caso-de-uruguay/>. Acesso em: 17 set. 2025.

CASTELLS, M. *La Sociedad en Red*. 2. ed. Madrid: Alianza Editorial, S. A., 2000.

CHIAPPINI, G. Disparada dos data centers pressiona rede elétrica. *Eixos*, 10 jun. 2025. Disponível em: <https://eixos.com.br/newsletters/dialogos-da-transicao/disparada-dos-data-centers-pressiona-rede-eletrica-e-desafia-planejamento/>. Acesso em: 17 set. 2025.

CHILE. Ministerio da Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. *Plan Nacional de Data Centers 2024-2030*. 2024. Disponível em:

https://minciencia.gob.cl/uploads/filer_public/95/6b/956b8c9f-d937-4b4d-8f6c-a871495a52ff/plan_nacional_de_data_centers_pdata.pdf. Acesso em: 17 set. 2025.

CNDC - CLIMATE NEUTRAL DATA CENTRE. A Rating Scheme for Data Centres. *Climate Neutral Data Centre*, 2024. Disponível em:

<https://www.climateneutraldatacentre.net/wp-content/uploads/2025/04/CNDP-A-Rating-Scheme-for-Data-Centres.pdf>. Acesso em: 17 set. 2025.

CODING RIGHTS. *Cartografias da Internet / Mapa dos Territórios da Internet*. 2025. Disponível em: <https://www.cartografiasdainternet.org>. Acesso em: 17 set. 2025.

CONDE, C. Alerta CEA "la peor sequía del milenio" en Querétaro. *Diario de Querétaro*, 11 mar. 2024.

Disponível em:

<https://oem.com.mx/diariodequeretaro/local/queretaro-sufre-la-peor-sequia-del-milenio-13100936>. Acesso em: 17 set. 2025.

COULDREY, N.; MEJIAS, U. A. Data Colonialism: Rethinking Big Data's Relation to the Contemporary Subject. *Television & New Media*, 20(4), 336–349, 2019. Disponível em:

<https://doi.org/10.1177/1527476418796632>. Acesso em: 17 set. 2025.

CRAWFORD, K. *Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence*. New Haven: Yale University Press, 2021.

CRIDDLE, C.; STACEY, S. Big Tech data center buildouts have led to \$5.4 billion in public health costs. *Ars Technica*, 24 fev. 2025. Disponível em:

<https://arstechnica.com/health/2025/02/big-tech-data-center-buildouts-have-led-to-5-4-billion-in-public-health-costs/>. Acesso em: 17 set. 2025.

CRUZ, L. R. D.; SARAIVA, F. D. O.; AMIEL, T. Coletando dados sobre o Capitalismo de Vigilância nas instituições públicas do ensino superior do Brasil. In: VI SIMPÓSIO INTERNACIONAL LAVITS., VI, 2019, Salvador. Anais [...]. Salvador: 2019. p. 1-17.

DCD - DATA CENTER DYNAMICS. *Estudo de mercado sobre Power & Cooling de Data Centers*. 2025.

Disponível em:

https://media.datacenterdynamics.com/media/documents/Report_Power_Cooling_2025_PT.pdf. Acesso em: 17 set. 2025.

DEL MAR PARRA, M. Con escuela de verano enseñarán impacto ambiental de data centers en humedales de Quilicura. *El desconcierto*, 4 jan. 2024. Disponível em:

<https://eldesconcierto.cl/2024/01/04/con-escuela-de-verano-ensenaran-impacto-ambiental-de-data-centers-en-humedales-de-quilicura>. Acesso em: 17 set. 2025.

DOMÍNGUEZ, M. G. Los centros de datos como centros de conflictos: El caso de los humedales en Quilicura y Cerrillos (Chile). *Revista Controversia*, Colômbia, n. 224, p. 1-23, jan.-jun. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.54118/controver.vi224.1356>. Acesso em: 17 set. 2025.

DUARTE, F. Amount of Data Created Daily (2024). *Exploding Topics*, 13 jun. 2024. Disponível em: <https://explodingtopics.com/blog/data-generated-per-day>. Acesso em: 17 set. 2025.

EBERMANN, H. Sistemas de resfriamento por imersão: Vantagens e estratégias de implementação para data centers de IA e HPC. *DCD*, 4 fev. 2025. Disponível em:

<https://www.datacenterdynamics.com/br/opini%C3%B5es/sistemas-de-resfriamento-por-imersao-vantagens-e-estrategias-de-implementacao-para-data-centers-de-ia-e-hpc/>. Acesso em: 17 set. 2025.

FACCA, J. Coreia do Sul terá o maior data center do mundo. *Baguete*, 20 fev. 2025. Disponível em: <https://www.baguete.com.br/noticias/coreia-do-sul-tera-o-maior-data-center-do-mundo>. Acesso em: 23 set. 2025.

FARD, A. (2018). *Grounding the Cloud*. Harvard University, 2018.

FAUSTINO, D; LIPPOLD, W. *Colonialismo digital: Por uma crítica hacker-fanoniana*. São Paulo. Boitempo. 2023.

FERNANDES, A. L.; GOMES, C.; MENDES, C.; BATISTA, L.; Lima, R. (2025). *Opacidade ambiental na discussão sobre transparência da economia da Inteligência Artificial*. Instituto de Pesquisa em Direito e Tecnologia do Recife - IP.rec, jun. 2025. Disponível em: <https://ip.rec.br/wp-content/uploads/2025/06/V2-Opacidade-Ambiental-e-Desastre-Ecologico-na-IA.pdf>. Acesso em: 17 set. 2025.

FERNANDES, A. L.; MENDES, C.; SANTOS, Anicely; LEYENDECKER, H.; Branco, C.; D'BARSSOLES, R.; VALOIS, R. *IA, data centers e os impactos ambientais*. Instituto de Pesquisa de Direito & Tecnologia de Recife, 2025. Disponível em: <https://ip.rec.br/wp-content/uploads/2025/05/Policy-Paper-Data-Centers.pdf>. Acesso em: 17 set. 2025.

FISHLOW, J.; JOSHUA, O. Data centers atraem capital recorde. Mas há riscos no longo prazo, segundo analistas. *Bloomberg Línea Brasil*, 24 ago. 2025. Disponível em: <https://www.bloomberglinea.com.br/tech/data-centers-atraem-capital-recorde-mas-ha-riscos-no-longo-prazo-segundo-analistas/>. Acesso em: 17 set. 2025.

GÁSCON, L.; LÓPEZ, V.; OEKO, I. Relevancia económica y ambiental de los centros de datos en América Latina: Posibilidades de mitigación del cambio climático mediante los criterios de ecoetiquetado y la compra pública sostenible. *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH por medio del Proyecto EcoAdvance*, 2025. Disponível em: <https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/2025-06/EcoAdvance%20-%20Estudio%20Data%20center-.pdf>. Acesso em: 17 set. 2025.

GOOGLE. *Environmental Report 2024*. jul. 2024. Disponível em: <https://www.gstatic.com/gumdrop/sustainability/google-2024-environmental-report.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2025.

GREENPEACE. Greenpeace Report: Oil in the Cloud. *Greenpeace.org*, 19 maio 2020. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/usa/oil-in-the-cloud/>. Acesso em: 23 set. 2025.

GROSSMANN, L. MDIC atropela Fazenda e inclui data centers em zonas de exportação (ZPEs). *ConvergenciaDigital*, 5 jun. 2025. Disponível em: <https://convergenciadigital.com.br/governo/mdic-atropela-fazenda-e-inclui-data-centers-em-zonas-de-exportacao-zpes/>. Acesso em: 17 set. 2025.

GUIMARÃES, R.; EVANGELISTA, S. Inteligência artificial, data centers e colonialismo digital: Impactos socioambientais e geopolíticos a partir do Sul Global. *Liinc em Revista*, Rio de Janeiro, v. 20, n. 02, e7272, nov. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.18617/liinc.v20i2.7272>. Acesso em: 17 set. 2025.

HAM, C.; HILL, M. *O processo de elaboração de políticas no estado capitalista moderno*. Tradução de Renato Dagnino e Renato Amorim. Campinas: Unicamp, 1993. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/94204362/Ham-Hill-Processo-de-Elaboracao-de-Politicas>. Acesso em: 17 set. 2025.

HANKEY, S.; MORRISON, J. K.; NAIK, R. *Data and Democracy in the Digital Age*. Londres: The Constitution Society, 2018. Disponível em: <https://consoc.org.uk/wp-content/uploads/2018/07/Stephanie-Hankey-Julianne-Kerr-Morrison-Ravi-Naik-Data-and-Democracy-in-the-Digital-Age.pdf>. Acesso em: 17 set. 2025.

HERRERA, E. Amid drought and climate crisis, the Mexican state Querétaro faces possible privatization of its water. *Global Voices*, 18 maio 2022. Disponível em:
<https://globalvoices.org/2022/05/18/amid-drought-and-climate-crisis-the-mexican-state-queretaro-faces-possible-privatization-of-its-water/>. Acesso em: 17 set. 2025.

HOFMEISTER, N.; HARARI, M. Cidade de Data centers no RS pode gastar mais energia que 40 milhões de pessoas. *Repórter Brasil*, 22 abr. 2025. Disponível em:
<https://reporterbrasil.org.br/2025/04/cidade-data-centers-rs-energia/>. Acesso em: 17 set. 2025.

HOGAN, M. Data flows and water woes: The Utah Data Center. *Big Data & Society*, 2(2), 2053951715592429, 2015. Disponível em:
<https://doi.org/10.1177/2053951715592429>. Acesso em: 17 set. 2025.

HOLT, J.; VONDERAU, P. "Where the Internet Lives" *Data Centers as Cloud Infrastructure* (V. 1). University of Illinois Press, 2017. Disponível em:
<https://doi.org/10.5406/illinois/9780252039362.003.0003>. Acesso em: 17 set. 2025.

IBM. O que é infraestrutura crítica? IBM, 23 dez. 2024. Disponível em:
<https://www.ibm.com/br-pt/topics/critical-infrastructure>. Acesso em: 17 set. 2025.

IDECA - INSTITUTO DE DEFESA DE CONSUMIDORES. *Idec pede ao Ministério da Fazenda e ao MDIC acesso à Política Nacional de Data Centers*. São Paulo, 8 maio 2025. Disponível em:
<https://idec.org.br/release/idec-pede-ao-ministerio-da-fazenda-e-ao-mdic-acesso-politica-nacional-de-data-centers>. Acesso em: 17 set. 2025.

IXBROKER. *Centros de datos elevan costos en la red eléctrica más grande de EE.UU. por \$9.4 mil millones*. Londres, 4 jun. 2025. Disponível em:
<https://ixbroker.com/es/centros-de-datos-elevan-costos-en-la-red-electrica-mas-grande-de-ee-uu-por-9-4-mil-millones/>. Acesso em: 17 set. 2025.

KELLY, Timothy John Charles; FUKUI, Rokuhei Fordyce; MINGES, Michael; BIGGS, Phillipa; VACARELU, Felicia; LUENGO-OROZ, Miguel; ROMANOFF, Mila; EDMAN, Gerrard Kirk-Patrick; RAJA, Siddhartha; NADYSEVA, Tatiana; FIRESTONE, Rachel Sohn; ROSSOTTO, Carlo Maria; BADRAN, Mona Farid; GASOL RAMOS, Elena; CLEMENTE MIRANDA, Eva; PRASANNA, Lal Das; LARSON, Bradley Robert. *Information and Communication for Development 2018: Data-Driven Development* (English). Washington, D.C.: World Bank Group, 2018. Disponível em:
<http://documents.worldbank.org/curated/en/987471542742554246>. Acesso em: 23 set. 2025.

KOBAYASHI, R. A política de datacenters no Brasil. *A Terra É Redonda*, 17 jun. 2025. Disponível em:
<https://aterraeredonda.com.br/a-politica-de-datacenters-no-brasil/>. Acesso em: 17 set. 2025.

LAGOS, A. *Los centros de datos y sus costos ocultos en México, Chile, EE UU, Países Bajos y Sudáfrica*. WIRED, 29 maio 2025. Disponível em:
<https://es.wired.com/articulos/los-costos-ocultos-del-desarrollo-de-centros-de-datos-en-mexico-chile-ee-uu-paises-bajos-y-sudafrica>. Acesso em: 17 set. 2025.

LAUGHING, S.; RUVALCABA, B. No, AI Doesn't Drink a Bottle of Water per prompt. The Engineering Reality of AI Infrastructure. *Closed-Loop AI Cooling and Power / Technical Report*, 27 maio 2025. Disponível em:
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31382.25921>. Acesso em: 17 set. 2025.

LAYA, D. A. *Bots políticos no Brasil: entre a sua compreensão e a sua regulação*. Campinas: Unicamp, 2024.

LEROY, G.; TARCZYNSKA, K. *Cloudy With a Loss of Spending Control: How Data Centers Are Endangering State Budgets*. Washington, DC: Good Jobs First, 2025. Disponível em:
<https://goodjobsfirst.org/wp-content/uploads/2025/04/Cloudy-with-a-Loss-of-Spending-Control-How-Data-Centers-Are-Endangering-State-Budgets.pdf>. Acesso em: 17 set. 2025.

LI, P.; YANG, J.; ISLAM, M. A.; REN, S. Making AI Less "Thirsty": Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models. *arXiv*, 2304.03271, 26 mar. 2025. Disponível em:
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.03271>. Acesso em: 17 set. 2025.

LIU, Y.; WEI, X.; XIAO, J.; LIU, Z.; XU, Y.; TIAN, Y. Energy consumption and emission mitigation prediction based on data center traffic and PUE for global data centers. *Global Energy Interconnection*, v. 3, n.3, p. 272-282, 3 jun. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gloei.2020.07.008>. Acesso em: 17 set. 2025.

LIVIN, J. Data center Cooling Infrastructure. *Smart Data Center Insights*, 30 set. 2019. Disponível em: <https://dc.mynetworkinsights.com/data-center-cooling-infrastructure/>. Acesso em: 17 set. 2025.

LONG, S.; LI, Y.; HUANG, J.; LI, Z.; LI, Y. A review of energy efficiency evaluation technologies in cloud data centers. *Energy and Buildings*, v. 260, 111848, 1º abr. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.111848>. Acesso em: 17 set. 2025.

LOPES, A. AWS anuncia investimento de R\$ 10 bilhões para expandir data centers no Brasil. *Exame*, 11 set. 2024. Disponível em: <https://exame.com/tecnologia/aws-anuncia-investimento-de-r-101-bilhoes-para-expandir-data-centers-no-brasil/>. Acesso em: 17 set. 2025.

LU, M. Ranked: The Top 25 Countries With the Most Data Centers. *Visual Capitalist*, 21 jan. 2025. Disponível em: <https://www.visualcapitalist.com/ranked-the-top-25-countries-with-the-most-data-centers/>. Acesso em: 17 set. 2025.

MAIA, N.; BEZUTTI, C. Nova MP beneficia data centers em zonas de exportação e engaveta Redata. *MegaWhat*, 21 jul. 2025. Disponível em: <https://megawhat.energy/destaques-do-diario/nova-mp-beneficia-data-centers-em-zonas-de-exportacao-e-engaveta-redata/>. Acesso em: 17 set. 2025.

MALAMUD, M. AI Hub in Latin America Skyrockets Water Crises. *Middle Atlantic Review of Latin American Studies*, v. 8, n. 1, p. 42-47, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.23870/marlas.467>. Acesso em: 17 set. 2025.

MARQUES, R. M.; OLIVEIRA, V. S. de. O setor de data centers no Brasil: Um retrato da falta de soberania tecnológica do país. *Liinc em Revista*, v. 21, n. 1, Artigo 1, 2025.

MARTINEZ-VARGAS, I. Brasil já colhe benefícios do boom dos data centers. *Valor Econômico*, 6 nov. 2024. Disponível em: <https://valor.globo.com/publicacoes/especiais/investimento-estrangeiro/noticia/2024/11/06/brasil-ja-colhe-beneficios-do-boom-dos-data-centers.ghtml>. Acesso em: 17 set. 2025.

MARTINS, A. Data centers: O Brasil se submeterá às big techs? *Outras Palavras*, 6 maio 2025. Disponível em: <https://outraspalavras.net/crise-brasileira/data-centers-o-brasil-se-submetera-as-big-techs/>. Acesso em: 17 set. 2025.

MARTINS, L. Governo escanteia Ministério do Meio Ambiente e ignora riscos em política nacional de data centers. *Intercept Brasil*, 28 abr. 2025a. Disponível em: <https://www.intercept.com.br/2025/04/28/governo-escanteia-ministerio-do-meio-ambiente-e-ignora-riscos-em-politica-nacional-de-data-centers/>. Acesso em: 17 set. 2025.

MARTINS, L. Eldorado do Sul abre portas para projeto bilionário de data center que esconde impactos e ignora população. *Intercept Brasil*, 23 jun. 2025b. Disponível em: <https://www.intercept.com.br/2025/06/23/eldorado-do-sul-abre-portas-para-projeto-bilionario-de-data-center/>. Acesso em: 17 set. 2025.

MARTINS, L. Indígenas Anacé protestam contra data center do TikTok no Ceará. *Intercept Brasil*, 4 ago. 2025c. Disponível em: <https://www.intercept.com.br/2025/08/04/indigenas-anace-protestam-data-center-tiktok-ceara/>. Acesso em: 17 set. 2025.

MARTINS, L. Data center do TikTok no CE terá licença igual a parque de vaquejada. *Intercept Brasil*, 5 ago. 2025d. Disponível em: <https://www.intercept.com.br/2025/08/05/falta-regras-data-center-tiktok-ceara-licenca-ambiental-parque-vaquejada/>. Acesso em: 17 set. 2025.

MARTINS, L.; AMORIM, F. TikTok construirá data center no Ceará: 'Para ficar árido, é só um empurrãozinho'. *Intercept Brasil*, 22 maio 2025a. Disponível em: <https://www.intercept.com.br/2025/05/22/tiktok-data-center-cidade-seca-no-ceara/>. Acesso em: 17 set. 2025.

MARTINS, L.; AMORIM, F. Data center do TikTok gastará energia de 2,2 milhões de brasileiros. *Intercept Brasil*, 3 jul. 2025b. Disponível em: <https://www.intercept.com.br/2025/07/03/data-center-tiktok-energia-estudo-interno/>. Acesso em: 17 set. 2025.

MARX, P. How to stop a data center. *Disconnect*, 6 fev. 2025. Disponível em: <https://www.disconnect.blog/p/how-to-stop-a-data-center>. Acesso em: 17 set. 2025.

MASANET, E.; LEI, N. (2020). How much energy do data centers really use? *Aspen Global Change Institute*, mar. 2020. Disponível em: <https://www.agci.org/research-reviews/how-much-energy-do-data-centers-really-use>. Acesso em: 17 set. 2025.

MATOS, M. (2025, agosto 1). Governo destina R\$ 600 milhões do Fust para data centers. *Teletime News*, 1 ago. 2025. Disponível em: <https://teletime.com.br/01/08/2025/governo-destina-r-600-milhoes-do-fust-para-data-centers/>. Acesso em: 17 set. 2025.

MCGOVERN, G.; BRANDFORD, S. The Cloud vs. drought: Water hog data centers threaten Latin America, critics say. *Mongabay Environmental News*, 2 nov. 2023. Disponível em: <https://news.mongabay.com/2023/11/the-cloud-vs-drought-water-hog-data-centers-threaten-latin-america-critics-say/>. Acesso em: 17 set. 2025.

MCGOVERN, G.; BRANDFORD, S. La contracara de la Inteligencia Artificial: Los impactos ambientales en América Latina. *Bioguia*, 19 abr. 2024. Disponível em: https://www.bioguia.com/ambiente/otra-cara-inteligencia-artificial-estos-podrian-ser-impactos-ambientales-america-latina_125699952.html. Acesso em: 17 set. 2025.

MCTI - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. (2024). *IA para o Bem de Todos: Proposta de Plano Brasileiro de Inteligência Artificial 2024-2028*. 29 jul. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/07/plano-brasileiro-de-ia-tera-supercomputador-e-investimento-de-r-23-bilhoes-em-quatro-anos/ia_para_o_bem_de_todos.pdf/view. Acesso em: 17 set. 2025.

MICROSOFT. *Environmental Sustainability Report 2025*. 2025. Disponível em: <https://www.microsoft.com/en-us/corporate-responsibility/sustainability/report/>. Acesso em: 26 jun. 2025.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. *Datacenters no Brasil: Principais conclusões grupo de trabalho interministerial (CC, MDIC, MME, MGI e MF)*. 28 maio 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/central-de-conteudo/publicacoes/apresentacoes/2025/Maio/pndc-audiencia-publica-pl3018-maio25.pdf/view>. Acesso em: 17 set. 2025.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. MME e EPE divulgam agenda de estudos para o planejamento da transmissão em 2025. *Ministério de Minas e Energia*, 7 maio 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-e-epe-divulgam-agenda-de-estudos-para-o-planejamento-da-transmissao-em-2025>. Acesso em: 17 set. 2025.

MODANEZ, C.; ROCHA, I. Data centers e meio ambiente: Sim, é possível conciliar. *Projeto Brasil*, 15 jul. 2025. Disponível em: <https://projetobrasil.jornalggn.com.br/artigos/data-centers-e-meio-ambiente-sim-e-possivel-conciliar/>. Acesso em: 17 set. 2025.

MUTA MAGAZINE. El datacenter de Google en Uruguay durante la peor sequía de las últimas décadas. *Muta Magazine*, 4 jul. 2023. Disponível em: <https://mutamag.com/ecosofia/datacenter-google-en-uruguay/>. Acesso em: 17 set. 2025.

MYTTON, D. Data centre water consumption. *npj Clean Water*, v. 4, n. 1, 11, 15 fev. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41545-021-00101-w>. Acesso em: 17 set. 2025.

MYTTON, D.; ASHTINE, M. We are ignoring the true cost of water-guzzling data centres. *The Conversation*, 19 out. 2021. Disponível em:
<http://theconversation.com/we-are-ignoring-the-true-cost-of-water-guzzling-data-centres-167750>. Acesso em: 17 set. 2025.

NEILSON, B.; ROSSITER, N. Land and Water. In: *Data Farms: Circuits, Labour, Territory*. Londres: Open Humanities Press, 2022. Disponível em:
https://openhumanitiespress.org/books/download/Hristova-Neilson-Rossiter_2023_Data-Farms.pdf. Acesso em: 17 set. 2025.

NOGUEIRA, Alexandre. O que é data center? Guia completo. *Hostgator*, 28 out. 2024. Disponível em:
<https://www.hostgator.com.br/blog/data-center/>. Acesso em: 17 set. 2025.

NowHosting. Redundância elétrica em data centers. *Hosting Now*, 25 out. 2024. Disponível em:
<https://hostingnow.com.br/blog/redundancia-eletrica-o-que-acontece-quando-um-data-center-perde-energia/>. Acesso em: 17 set. 2025.

NÚCLEO DE INFORMAÇÃO E COORDENAÇÃO DO PONTO BR. Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros: TIC Domicílios 2024 [livro eletrônico]. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2025. Disponível em:
https://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/20250512120132/tic_domiciliros_2024_livro_eletronico.pdf. Acesso em: 17 set. 2025.

O'BRIEN, I. Data center emissions probably 662% higher than big tech claims. Can it keep up the ruse? *The Guardian*, 15 set. 2024. Disponível em:
<https://www.theguardian.com/technology/2024/september/15/data-center-gas-emissions-tech>. Acesso em: 17 set. 2025.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. Análise técnica do OC defende voto integral do "PL da Devastação". *Instituto Socioambiental*, 25 jul. 2025. Disponível em:
<https://www.socioambiental.org/noticias-socioambientais/analise-tecnica-do-oc-defende-voto-integral-do-pl-da-devastacao>. Acesso em: 17 set. 2025.

ONU BRASIL. ONU enfatiza tríplice crise no Dia Internacional da Mãe Terra | As Nações Unidas no Brasil. 22 abr. 2022. Disponível em:
<https://brasil.un.org/pt-br/178957-onu-enfatiza-tr%C3%ADplice-crise-no-dia-internacional-da-m%C3%A3e-terra>. Acesso em: 17 set. 2025.

ORTIZ, M. La lucha contra los data centers en Quilicura. *Kilómetro Cero*, 17 abr. 2025. Disponível em:
<https://kilometrocero.cl/la-lucha-contra-los-data-centers-en-quilicura/>

PARRA, H. Controle social e prática hacker: Tecnopolítica e ciberpolítica em redes digitais. *Sociedade e Cultura*, v. 15, n. 1, 2012. Disponível em:
<https://doi.org/10.5216/sec.v15i1.20677>. Acesso em: 17 set. 2025.

PASCUAL, M. G. US admits data centers are harmful to health. *EL PAÍS English*, 7 fev. 2025. Disponível em:
<https://english.elpais.com/technology/2025-02-07/us-admits-data-centers-are-harmful-to-health.html>. Acesso em: 17 set. 2025.

PATEL, D.; ELIAHOU, J.; NISHBALL, D.; KNUHTSEN, R. Datacenter Anatomy Part 2 – Cooling Systems. *SemiAnalysis*, 13 fev. 2025. Disponível em:
<https://semanalysis.com/2025/02/13/datacenter-anatomy-part-2-cooling-systems/>. Acesso em: 17 set. 2025.

PAULLIER, J. En las entrañas de un data center: Cómo será y para qué sirve el millonario proyecto de Google en Canelones. *EL PAÍS*, 30 nov. 2024. Disponível em:
<https://www.elpais.com.uy/que-pasa/en-las-entradas-de-un-data-center-como-sera-y-para-que-sirve-el-millonario-proyecto-de-google-en-canelones>. Acesso em: 17 set. 2025.

PEASLEY, J. Ranked: Top 50 Data Center Markets by Power Consumption. *Visual Capitalist*, 10 jan. 2024. Disponível em:
<https://www.visualcapitalist.com/cp/top-data-center-markets/>. Acesso em: 17 set. 2025.

PEÑA, P. *¿Qué diablos es la Inteligencia Artificial sostenible? Complejidades, lecciones aprendidas y retos próximos sobre sus centros de datos en América Latina*. Instituto Latinoamericano de Terraformación, 2025. p. 1-56.

PREFEITURA RIO. Prefeitura fecha acordo histórico com BNDES, ministérios e parceiros para desenvolver hub de centro de dados. *Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro - prefeitura.rio*, 1º jul. 2025. Disponível em: <https://prefeitura.rio/cidade/prefeitura-faz-acordo-histórico-com-bndes-ministerios-e-parceiros-para-desenvolver-hub-de-centro-de-dados/>. Acesso em: 17 set. 2025.

REUTERS. Microsoft to make \$2.7 billion cloud, AI investments in Brazil. *Reuters*, 26 set. 2024. Disponível em: <https://www.reuters.com/technology/microsoft-make-27-billion-cloud-ai-investments-brazil-2024-09-26/>. Acesso em: 17 set. 2025.

RICAURTE, P. Epistemologias de dados, colonialidade do poder e resistência. *Dispositiva*, Belo Horizonte, v. 12, n. 22, p. 6-26, 2023. Disponível em:
<https://doi.org/10.5752/P.2237-9967.2023v12n22p6-26>. Acesso em: 17 set. 2025.

ROSALES, P. Data Centers en Querétaro: Oportunidad económica o riesgo hídrico? *Liderlife*, 23 maio 2025. Disponível em:
<https://www.liderempresarial.com/data-centers-en-queretaro-oportunidad-economica-o-riesgo-hidrico/>. Acesso em: 24 set. 2025.

ROSTIROLLA, G.; GRANGE, L.; MINH-TUYEN, T.; STOLF, P.; PIERSON, J. M.; DA COSTA, G.; BAUDIC, G.; HADDAD, M.; KASSAB, A.; NICOD, J. M.; PHILLIPE, L.; REHN-SONIGO, V.; ROCHE, R.; CELIK, B.; CAUX, S.; LECUIVRE, J. A survey of challenges and solutions for the integration of renewable energy in datacenters. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 155, 111787, 2022. Disponível em:
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111787>. Acesso em: 17 set. 2025.

RUDDY, G. Hidrogênio expõe gargalo na rede; e agora vêm os data centers. *Eixos*, 8 maio 2025. Disponível em: <https://eixos.com.br/newsletters/comece-seu-dia/hidrogenio-expoe-gargalo-na-rede-e-agora-vem-os-data-centers/>. Acesso em: 17 set. 2025.

SÆTRA, H. S. *Technology and Sustainable Development: The Promise and Pitfalls of Techno-Solutionism*. 1. ed. Nova York: Routledge, 2023. Disponível em:
<https://doi.org/10.1201/9781003325086>. Acesso em: 17 set. 2025.

SAIEED, Z. Johor rejects nearly 30% of data centre applications to protect local resources. *The Straits Times*, 19 nov. 2024. Disponível em:
<https://www.straitstimes.com/asia/se-asia/johor-rejects-nearly-30-per-cent-of-data-centre-applications-to-protect-local-resources>. Acesso em: 17 set. 2025.

SALABERT, D. Requerimento 1527/2025. Brasília: Câmara dos Deputados, 2 jul. 2025. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarIntegra?codteor=2948071&filename=Tramitacao-INC%201527/2025. Acesso em: 17 set. 2025.

SCANLAN, M.; MCCUALEY, P. Data centers consume massive amounts of water – companies rarely tell the public exactly how much. *The Conversation*, 19 ago. 2025. Disponível em:
<https://doi.org/10.64628/AI.yhn7shpr4>. Acesso em: 17 set. 2025.

SCHWINGEL, M. . Global Overview Report e Digital 2024: Saiba quais são os principais insights. *Conversion*, 11 jul. 2024. Disponível em:
<https://www.conversion.com.br/blog/global-overview-report/>. Acesso em: 17 set. 2025.

SEGURA, F. Data centers no contaminan y no generarán uso excesivo de agua, asegura SEDESU. *Plaza de Armas:El Portal de Querétaro*, 3 jul. 2024. Disponível em:
<https://plazadearmas.com.mx/data-centers-no-contaminan-y-no-generaran-uso-excesivo-de-agua-asegura-sedesu/>. Acesso em: 17 set. 2025.

SHEHABI, A.; SMITH, S.; SARTOR, D.; BROWN, R.; HERRLIN, M.; KOOMEY, J.; MASANET, E.; HORNER, N.; AZEVEDO, I.; LINTNER, W. United States Data Center Energy Usage Report. Berkeley Lab, LBNL-1005775, jun. 2016. Disponível em:
<https://doi.org/10.2172/1372902>. Acesso em: 17 set. 2025.

SIDDIK, M. A. B.; SHEHABI, A.; MARSTON, L. The environmental footprint of data centers in the United States. *Environmental Research Letters*, v. 16, n. 6, 21 maio 2021. Disponível em:
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/abfba1>. Acesso em: 17 set. 2025.

SILVEIRA, S. A. da. Capitalismo digital. *Revista Ciências do Trabalho*, n. 20 (Plataformas Digitais), 2021. Disponível em:
<https://rct.dieese.org.br/index.php/rct/article/view/286>. Acesso em: 17 set. 2025.

SIQUEIRA, Luiz Felipe Vieira de. Data Centers no Brasil: Desafios, oportunidades e políticas públicas para um futuro digital. In: ABES - Associação Brasileira das Empresas de Software. 17 jun. 2025. Disponível em: <https://abes.com.br/data-centers-no-brasil-desafios-oportunidades-e-politicas-publicas-para-um-futuro-digital/>. Acesso em: 17 set. 2025.

SKIDMORE, Z. IEA: Data center energy consumption set to double by 2030 to 945TWh. *DatacenterDynamics*, 11 abr. 2025. Disponível em:
<https://www.datacenterdynamics.com/en/news/iea-data-center-energy-consumption-set-to-double-by-2030-to-945twh/>. Acesso em: 17 set. 2025.

SOURCEMATERIAL; THE GUARDIAN. Big Tech's data centres will take water from world's driest areas. *SourceMaterial*, 9 abr. 2025. Disponível em:
<https://www.source-material.org/amazon-microsoft-google-trump-data-centres-water-use/>. Acesso em: 17 set. 2025.

SOUTO, P. Casa dos Ventos poderá conectar data center condicionada a novas estruturas. *MegaWhat*, 26 jun. 2025. Disponível em:
<https://megawhat.energy/destaques-do-diario/casa-dos-ventos-podera-conectar-data-center-condicionada-a-obras/>. Acesso em: 17 set. 2025.

SRNICEK, N. *Platform Capitalism*. Malden: Polity Press, 2017. Disponível em:
<https://mudancatecnologicaedinamicacapitalista.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/02/platform-capitalism.pdf>. Acesso em: 17 set. 2025.

SUSNJARA, Stephanie; SMALLEY, Ian. *O que é um data center?* IBM, 4 set. 2024. Disponível em:
<https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/data-centers>. Acesso em: 23 set. 2025.

SYNERGY RESEARCH GROUP. Hyperscale Operators and Colocation Continue to Drive Huge Changes in Data Center Capacity Trends. *Synergy Research Group*, 7 ago. 2024. Disponível em:
<https://www.srgresearch.com/articles/hyperscale-operators-and-colocation-continue-to-drive-huge-changes-in-data-center-capacity-trends>. Acesso em: 17 set. 2025.

TAQI, J.; JOHNSON, J. *Data centers and water: From scrutiny to opportunity*. White & Case LLP, 18 dez. 2024. Disponível em:
<https://www.whitecase.com/insight-our-thinking/data-centers-and-water-scrutiny-opportunity>. Acesso em: 17 set. 2025.

TEIXEIRA, P. Indígenas pedem que MP atue para derrubar licenciamento ambiental de data center do TikTok. *Folha de S.Paulo*, 26 ago. 2025. Disponível em:
<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2025/08/indigenas-pedem-que-mp-atue-para-derrubar-licenciamento-ambiental-de-data-center-do-tiktok.shtml>. Acesso em: 17 set. 2025.

TELES, G. Como data centers repetem a lógica colonial digital no Brasil. *Intercept Brasil*, 25 jul. 2025. Disponível em:
<https://www.intercept.com.br/2025/07/25/como-data-centers-repetem-a-logica-colonial-digital-no-brasil/>. Acesso em: 17 set. 2025.

TEMPLE, J. *The data center boom in the desert*. MIT Technology Review, 20 maio 2025. Disponível em: <https://www.technologyreview.com/2025/05/20/1116287/ai-data-centers-nevada-water-reno-computing-environmental-impact/>. Acesso em: 17 set. 2025.

UFRN - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE. Material didático do curso Redes de Computadores: Data Center. *Metrópole Digital*, [20--]. Disponível em: <https://materialpublic.imd.ufrn.br/curso/disciplina/4/67/4/3>. Acesso em: 25 set. 2025.

UNCTAD - UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. *Digital Economy Report 2024: Shaping an Environmentally Sustainable and Inclusive Digital Future*. Nova York: United Nations Publications, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.18356/9789213589779>. Acesso em: 17 set. 2025.

VALLEJOS, R. Las Mentiras de Microsoft en Chile: Una Empresa No tan Verde. Por Rodrigo Vallejos de Resistencia Socioambiental de Quilicura. *Revista De Frente*, 18 mar. 2022. Disponível em: <https://www.revistadefrente.cl/las-mentiras-de-microsoft-en-chile-una-empresa-no-tan-verde-por-rodrigo-vallejos-de-resistencia-socioambiental-de-quilicura/>. Acesso em: 17 set. 2025.

VASCONCELOS, Y. Os impactos ambientais da computação. *Pesquisa Fapesp*, 1º abr. 2025. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/os-impactos-ambientais-da-computacao/>. Acesso em: 17 set. 2025.

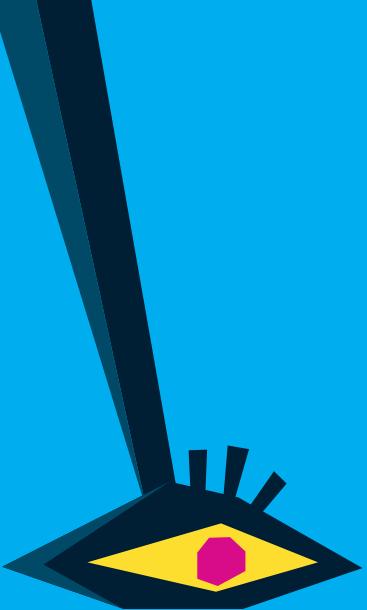
VIANA, N. A briga dos uruguaios contra o Google. *Agência Pública*, 13 ago. 2023. Disponível em: <https://apublica.org/2023/08/a-briga-dos-uruguaios-contra-o-google/>. Acesso em: 17 set. 2025.

YUVENTI, J.; MEHDIZADEH, R. A critical analysis of Power Usage Effectiveness and its use in communicating data center energy consumption. *Energy and Buildings*, v. 64, p. 90-94, set. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.04.015>. Acesso em: 17 set. 2025.

ZALIS, M. Z. (2021). Desdobramentos de uma arquitetura do Data Center. *Revista Prumo*, v. 6, n. 9 (Jovens Olhares), 30 dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.24168/revistaprumo.v6i09.1694>. Acesso em: 17 set. 2025.

ZHOU, L. Resfriamento Líquido vs. Resfriamento a Ar no Data Center. *E-abel*, 7 abr. 2025. Disponível em: <https://www.eabel.com/pt/resfriamento-líquido-vs-resfriamento-a-ar-no-data-center/>. Acesso em: 17 set. 2025.

ZUBOFF, S. Big other: Surveillance Capitalism and the Prospects of an Information Civilization. *Journal of Information Technology*, v. 30, n. 1, p. 75-89, 1º mar. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1057/jit.2015.5>. Acesso em: 23 set. 2025.



idec 