



Visão geral

PRINCIPAIS APRENDIZADOS

Esta seção resume nove aprendizados importantes, e a seção seguinte apresenta recomendações gerais e relevantes para diversos países, conforme seus níveis de maturidade.

Aprendizado n.º 1

De todos os dados gerados atualmente, menos de 1% é efetivamente analisado e utilizado, o que resulta na perda de oportunidade de capitalizar dados para promover o crescimento social e econômico. Devido à sua agilidade, flexibilidade, escalabilidade e confiabilidade, a infraestrutura de dados em nuvem desempenha um papel fundamental no aproveitamento dos dados para fomentar o desenvolvimento social e econômico.

Nunca na história da humanidade houve um aumento tão significativo na disponibilidade de informações que podem ser processadas e utilizadas. Em 2010, foram gerados cerca de dois zettabytes de dados no mundo (Reinsel; Gantz; Rydning, 2018). Segundo estimativas, esse número deve chegar a 129 zettabytes em 2023 — um novo recorde. O volume total de dados gerados captados e consumidos deve superar 290 zettabytes até 2027¹.

Esse crescimento exponencial dos dados pode ser atribuído a vários fatores:

- O surgimento de dispositivos geradores de dados, como *smartphones*, dispositivos eletrônicos vestíveis (*wearables*) e outros artefatos de Internet das Coisas (IoT) equipados com sensores;
- A adoção generalizada de plataformas digitais, redes sociais e conteúdos gerados pelos próprios usuários;
- A adoção de tecnologias de quinta geração (5G) e computação de ponta, que permitem o uso de aplicativos que fazem uso intensivo de dados;

- A crescente demanda por inteligência artificial (IA) e algoritmos de aprendizado de máquina que dependem de computação de alta capacidade para seu treinamento; e
- O uso crescente, por parte de governos e empresas, de sistemas de análise de dados para tomada de decisões baseadas em dados e aprimoramento de serviços.

Até 90% de todos os dados não são estruturados, entre os quais imagens, vídeos e “dados de exaustão” gerados como subproduto de diversas atividades *online* e interações digitais (Dialani, 2020). Segundo estimativas, 99% dos dados gerados atualmente — um número impressionante — permanecem sem uso e representam uma oportunidade perdida de ganhos sociais e econômicos. Vale notar que as tecnologias transformadoras (como IA generativa, aprendizado de máquina e análises avançadas) estão melhorando progressivamente essa situação, pois permitem um uso mais eficiente desse vasto reservatório de dados inexplorados.

Transformar dados em *insights* valiosos gera valor econômico porque os tomadores de decisão podem usar esses *insights* para otimizar a alocação de recursos e desenvolver novas capacidades. Pesquisas indicam uma forte correlação entre decisões baseadas em dados e o aumento da produtividade no setor privado². Estudos de caso revelam as consideráveis possibilidades oferecidas por políticas de dados abertos implementadas no setor público³. Inovações impulsionadas por dados podem gerar melhorias de produtividade, crescimento e bem-estar social (OCDE, 2015). A digitalização continua a transformar indústrias, economias e governos ao redor do mundo; paralelamente, o ritmo de expansão dos dados deve se acelerar ainda mais. Isso pode levar a uma situação em que novos *insights* resultam em mais coleta de dados, o que, por sua vez, alimenta mais análises. Esse círculo virtuoso dependerá da capacidade de coletar e analisar enormes volumes de dados. A infraestrutura de dados e nuvem constitui um fator essencial para capitalizar esses volumes de dados cada vez maiores, oferecendo flexibilidade, escalabilidade e ferramentas incomparáveis para armazená-los e processá-los de forma eficaz.

Por exemplo, aceleração, em mais 10 pontos percentuais, da adoção de computação em nuvem, IA e *big data* por parte de empresas da União Europeia (UE) pode gerar € 370 bilhões em valor agregado bruto até 2030, superando o setor de serviços financeiros da UE (Public First, 2022). Relatórios recentes indicam que a IA generativa⁴ — que depende fortemente da infraestrutura de dados e nuvem — teria o potencial de adicionar trilhões de dólares à economia global, promovendo um crescimento anual da produtividade do trabalho entre 0,1% e 0,6% até 2040⁵. Embora alguns desses benefícios possam não gerar um impacto direto (ou talvez não se reflitam imediatamente em medidas econômicas), eles podem resultar numa melhoria geral da qualidade de vida e do bem-estar social (por meio, por exemplo, de avanços em termos de qualidade da

assistência médica, oportunidades educacionais, engajamento civil e transparência governamental).

Ao oferecerem um modelo pré-pago (*pay-as-you-go*), os serviços de nuvem reduzem as despesas de capital iniciais e tornam os recursos avançados de armazenamento e processamento mais acessíveis a uma gama maior de empresas e governos. O uso de tecnologias de computação em nuvem também ajuda a garantir a continuidade dos negócios, o que é essencial em regiões afetadas por conflitos. Por exemplo, o governo da Ucrânia migrou suas operações para a nuvem durante a recente guerra, e os governos do Iraque e da Somália decidiram abrigar seus sistemas essenciais na nuvem, o que reflete essas prioridades. Por fim, medidas robustas de segurança cibernética disponibilizadas por provedores de serviços de nuvem, especialmente os hiperescaladores⁶, constituem um benefício fundamental do uso dessas tecnologias. Consequentemente, a maioria das inovações baseadas em dados depende de serviços em nuvem, com vários aplicativos modernos sendo nativos da nuvem.

No entanto, extrair valor de dados usando computação em nuvem é algo complexo que exige muitos recursos. São necessárias tecnologias avançadas, conhecimentos especializados e marcos robustos de governança de dados para garantir a qualidade, a integridade e a segurança dos dados; além disso, devem ser feitas considerações éticas. Apesar dos desafios, os benefícios potenciais de ter acesso a dados armazenados em nuvem resultaram num crescimento global dos mercados de infraestrutura de dados e nuvem, que atingiram um valor aproximado de US\$ 600 bilhões em 2022. A projeção é que esses mercados cresçam cerca de 20% ao ano até 2025 e que essa tendência se mantenha até 2030.

Aprendizado n.º 2

O setor privado lidera a maioria dos investimentos em infraestrutura de dados e nuvem globalmente, considerando, em suas decisões sobre investimentos, principalmente o tamanho do mercado e a demanda potencial. A expansão desses mercados continua desigual, o que afeta negativamente as economias menores de renda baixa e média.

A rápida expansão dos dados e a crescente demanda por tecnologias de nuvem impulsionaram um aumento nos investimentos em infraestrutura de dados e nuvem. O mercado de construção de *data centers* (centros de dados) está prosperando (Bangalore et al., 2023). A expectativa é que os investimentos globais na construção de *data centers* atinjam US\$ 73 bilhões em 2028. Em 2022, os hiperescaladores alocaram, por si só, US\$ 9 bilhões para a expansão da capacidade (Arizton, 2023). Os gastos globais com sistemas de *data centers* também estão aumentando, tendo atingido US\$ 216 bilhões em 2021. O mercado de sistemas de *data centers* está crescendo a uma taxa de 21%, e a projeção é que alcance US\$ 222 bilhões em 2023⁷.

Cerca de 96% da infraestrutura de dados e nuvem é financiada pelo setor privado. No entanto, dado o grau variável de adoção de serviços de nuvem em diferentes países, a evolução dos mercados de nuvem é assimétrica.

As economias de renda alta, o Brasil, a China, a África do Sul e algumas partes da Ásia concentram uma forte presença de provedores de serviços de nuvem e devem receber a maioria dos investimentos futuros. Economias de renda baixa e média não dispõem de uma infraestrutura de dados e nuvem adequada para dar suporte a seus esforços de transformação digital. Para efeito de comparação, o estado americano da Califórnia tem mais capacidade de *data centers* que toda a África Subsaariana. No entanto, alguns países de renda média — por exemplo, Chile, Índia, Indonésia, Malásia e Arábia Saudita — vêm registrando crescimento e investimentos robustos.

Apenas 52% das economias de renda baixa têm acesso a *data centers de colocation* (grandes centros de armazenamento que hospedam dados de outras empresas), ao passo que 83% dos países de renda alta dispõem desses serviços. Além disso, mais de metade das economias de renda alta têm rampas de acesso à nuvem (conexões privadas e exclusivas a *data centers* públicos na nuvem), mas nenhuma economia de renda baixa tinha tais conexões no momento em que este relatório foi escrito.

Aprendizado n.º 3

A evolução do ecossistema de nuvem para um modelo mais distribuído e disperso oferece uma oportunidade promissora para economias de renda baixa e média se estabelecerem como atores significativos no mercado global. Estratégias nacionais abrangentes de transformação digital que priorizem a computação em nuvem, entre outras iniciativas digitais, podem oferecer um caminho estratégico a ser seguido.

O ecossistema global de nuvem está mudando para um modelo mais distribuído e geograficamente disperso. Essa mudança acompanha a evolução natural do mercado à medida que os recursos da nuvem superam barreiras e conseguem melhorar seu desempenho, reduzir a latência e aumentar a tolerância a falhas. Além disso, as tendências de mercado indicam uma transição para ambientes híbridos e multinuvm, que usam um conjunto de várias nuvens públicas e privadas conforme as necessidades e vantagens relativas dos usuários. Diversos fatores contribuem para a transição rumo a um modelo menos concentrado: inovações tecnológicas (como IA e computação de ponta), expansão da demanda global, dinâmicas de mercados regionais, escassez de recursos, imperativos regulatórios e foco na sustentabilidade. O novo modelo apresenta oportunidades para economias de renda baixa e média participarem tanto como consumidores (que se beneficiam do melhor acesso aos serviços de nuvem) quanto potenciais hospedeiras de novos *data centers*.

Os provedores de serviços de nuvem em hiperescala estão se expandindo globalmente para alcançar novos mercados e regiões e, assim, atender à crescente demanda, mantendo a qualidade dos serviços. Embora os hiperescaladores atualmente dominem o cenário de serviços de nuvem, provedores menores de serviços de nuvem têm surgido para atender a necessidades específicas locais, oferecendo modelos alternativos e desafiando o domínio dos hiperescaladores. O surgimento de novos atores locais paralelamente à entrada de hiperescaladores no mercado oferece aos governos e consumidores mais opções na hora de decidir sobre os modelos mais adequados a suas necessidades.

Os governos podem se beneficiar do reconhecimento da importância da infraestrutura e dos serviços de nuvem para a futura transformação digital e do desenvolvimento de mercados de infraestrutura de dados e nuvem para alavancar as oportunidades econômicas que eles têm a oferecer. A viabilidade econômica da nuvem depende de vários fatores, como conectividade digital robusta, fornecimento de energia confiável, disponibilidade de mão de obra qualificada e marcos eficazes de governança de dados. Uma abordagem holística e colaborativa é essencial para impulsionar proativamente o avanço dos mercados locais e regionais de infraestrutura de dados e nuvem. Essa abordagem inclui atrair investimentos estratégicos, introduzir marcos de políticas públicas habilitadores e lançar iniciativas de qualificação digital.

Estratégias nacionais abrangentes de transformação digital que priorizem a computação em nuvem e que estejam alinhadas a outros objetivos essenciais — como expansão da banda larga, melhorias na infraestrutura de energia e aprimoramento de habilidades técnicas e capacidades organizacionais — são medidas importantes a serem adotadas. No Índice Global de Ecossistemas de Nuvem de 2022⁸, todos os países mais bem classificados adotaram abordagens holísticas em seus esforços nacionais de digitalização, com forte ênfase no desenvolvimento de infraestrutura e habilidades digitais e um compromisso com a clareza regulatória.

Um desafio importante é entender a interseção entre marcos de governança de dados e políticas destinadas a promover investimentos em infraestrutura de dados e nuvem. Por exemplo, alguns governos introduzem requisitos de soberania de dados que determinam a hospedagem de certos tipos de dados dos setores público e privado dentro das fronteiras de seus países. Entretanto, nem todos os países têm a infraestrutura necessária para dar suporte à hospedagem de dados. As implicações de determinadas políticas e regulamentos devem ser bem compreendidas e avaliadas, considerando diversos aspectos de cada contexto nacional, tais como situação geopolítica, localização geográfica e tamanho do mercado. Como os investimentos em infraestrutura de dados e nuvem são substanciais, os governos precisam encontrar um equilíbrio delicado ao estabelecer marcos de governança de dados (por exemplo, considerando uma

classificação de dados que permita diferentes formas de gestão), facilitando o desenvolvimento de *data centers* locais e usando os serviços disponíveis de nuvem pública.

Também devem ser considerados o uso de computação em nuvem no setor público e maneiras de estimular a demanda por serviços em nuvem. A adoção da nuvem pelo governo consiste em uma demanda substancial por serviços e soluções em nuvem, especialmente em economias de renda baixa com um grande setor público, onde os governos costumam ser os principais consumidores de serviços em nuvem. Boas estratégias de transformação digital devem incluir políticas bem definidas sobre o uso de tecnologias de nuvem no setor público, além de promover uma adoção mais ampla, principalmente entre pequenas e médias empresas.

Aprendizado n.º 4

Os *data centers* — a espinha dorsal da infraestrutura de dados e nuvem — permitem o armazenamento e o processamento de grandes volumes de dados. O sucesso das operações de *data centers* e a expansão dos mercados de infraestrutura de dados e nuvem exigem um fornecimento de energia confiável e acessível e boa conectividade de banda larga.

Os provedores de serviços de nuvem dependem de *data centers* para abrigar sua infraestrutura. Os *data centers* servem como infraestrutura física que dá suporte a serviços de nuvem e hospeda servidores, armazenamento, equipamentos de rede e outros hardwares necessários. Uma conexão à internet confiável e de alta velocidade garante a eficiência da transferência de dados e o acesso contínuo aos recursos da nuvem.

Investimentos complementares numa infraestrutura de banda larga resiliente são, portanto, essenciais para o desenvolvimento de mercados de nuvem nacionais. A infraestrutura de banda larga fornece a conectividade de base, à qual recursos robustos de computação e armazenamento podem ser adicionados para maximizar o valor econômico. Por outro lado, uma conectividade digital inadequada limita o potencial das tecnologias de nuvem e afeta a acessibilidade dos serviços. Em países de renda baixa e média, onde o acesso universal à banda larga permanece um desafio, abordar ambos os problemas simultaneamente é crucial.

A disponibilidade de fontes de energia confiáveis e acessíveis (de preferência, renováveis) é essencial para garantir operações ininterruptas nos *data centers*. Embora os desafios relacionados à infraestrutura energética sejam mais evidentes nas economias de renda baixa e média², eles não são um problema exclusivo dessas economias. Países com mercados de *data centers* em expansão vêm enfrentando pressões significativas em suas redes nacionais devido ao forte aumento no uso da eletricidade. Para enfrentar esses desafios, os governos começaram a impor

obrigações de melhorias na eficiência energética, inclusive a exigência de alternativas renováveis para alimentar as operações dos *data centers* locais. Os operadores de serviços de nuvem em hiperescala estão liderando o processo ao construírem *data centers* de grande porte alimentados por fontes próprias de energia renováveis no local, como energia solar e eólica (Dawn-Hiscox, 2018), ou ao financiarem a construção de usinas de energia renovável.

O apoio governamental na forma de políticas energéticas alinhadas e investimentos estratégicos é essencial. Os retornos desses investimentos podem ser altos: por exemplo, nas Filipinas, potenciais investidores estão pedindo ao governo que priorize e acelere a adição de 500 megawatts em capacidade energética para viabilizar investimentos multibilionários no setor de infraestrutura de dados e nuvem (Moises, 2023).

Aprendizado n.º 5

Um bom ambiente de negócios — caracterizado por estabilidade política, prazo eficiente para a inserção de produtos no mercado, força de trabalho competente e possibilidade de ampliação das áreas dedicadas — influencia as decisões de investimento em *data centers*.

Além de investir conectividade de banda larga e eletricidade confiável, os países que desejem desenvolver seus mercados de infraestrutura de dados e nuvem precisam melhorar seu ambiente de negócios. Três fatores principais contribuem para um bom ambiente de negócios: baixa volatilidade política, um processo eficiente que reduza o tempo de inserção de produtos no mercado para provedores de serviços e uma força de trabalho técnica altamente qualificada. Além disso, o acesso a áreas expansíveis está se tornando cada vez mais importante.

Um ambiente político estável garante consistência regulatória e minimiza o risco de mudanças repentinas nas políticas públicas, o que poderia interromper os investimentos. Em países de renda baixa e média, a estabilidade política pode ser um fator-chave a influenciar decisões de investimento em *data centers*. Ambientes políticos instáveis podem encurtar os horizontes dos formuladores de políticas públicas, o que resultaria em políticas de curto prazo (o que não é ideal). Essas políticas, por sua vez, afetam os investimentos em *data centers*: os atores do setor privado podem não querer investir num ambiente político incerto.

Como os *data centers* exigem grandes investimentos iniciais para sua construção e operação, o tempo de inserção no mercado — a velocidade na qual os *data centers* e os serviços de nuvem podem ser implantados e disponibilizados aos clientes — é fundamental. Longos procedimentos de licenciamento e condições adversas podem atrasar a construção dos *data centers*, o que aumentaria seus custos no longo prazo¹⁰. Processos eficientes que reduzam o tempo de inserção no mercado podem, portanto, atrair investimentos em *data centers*.

A disponibilidade de profissionais técnicos altamente qualificados é cada vez mais crucial para investimentos nos mercados de nuvem, tanto para a manutenção quanto para a posterior adoção mais ampla de tecnologias. Os provedores de serviços de nuvem precisam de pessoal local qualificado para operar seus *data centers* locais, e os clientes precisam de funcionários com habilidades digitais para fazer uso produtivo dos serviços de nuvem.

O terreno — um recurso cada vez mais escasso — é essencial para a construção e expansão dos *data centers*. Essas estruturas costumam aumentar a pressão sobre a demanda por espaços comerciais, elevando os preços de terrenos e imóveis e tornando-os menos acessíveis para as comunidades locais. Consequentemente, alguns mercados importantes implementaram moratórias temporárias sobre a abertura de novos *data centers* (por exemplo, em Frankfurt, na Alemanha, e em Singapura), transferindo investimentos para mercados secundários.

Por fim, os incentivos fiscais podem desempenhar um papel importante para a atração de investimentos privados. Esses incentivos podem variar dependendo da localização, tamanho, eficiência energética e pegada ambiental de cada *data center*. Por exemplo, alguns países do Oriente Médio estão desenvolvendo zonas econômicas especiais e parques industriais com isenções fiscais para o desenvolvimento de *data centers* (Research and Markets, 2022). Na Suécia, os *data centers* podem se beneficiar de alíquotas tributárias mais baixas sobre a energia (CBRE, 2022). O projeto da Política sobre Dados e Nuvem da África do Sul propõe o apoio a investimentos locais e estrangeiros em infraestrutura e serviços de nuvem e dados por meio do estabelecimento de uma Zona Econômica Especial de Tecnologias Digitais/de Informação e Comunicação (África do Sul, Departamento de Comunicações e Tecnologias Digitais, 2021).

Aprendizado n.º 6

Um cenário regulatório bem definido é essencial para o desenvolvimento do mercado de infraestrutura de dados e nuvem. Para obter benefícios econômicos de forma segura e protegida, é preciso encontrar o equilíbrio entre salvaguardas regulatórias e medidas habilitadoras, em linha com o contexto e as prioridades nacionais de cada país.

Regulamentos claros e favoráveis incentivam a inovação, atraem investimentos e impulsionam a adoção de tecnologias de nuvem. Por outro lado, regras restritivas ou pouco claras podem dificultar o desenvolvimento do mercado, limitar a acessibilidade dos dados e impedir os benefícios potenciais da computação em nuvem. Algumas questões prioritárias para qualquer marco regulatório da computação em nuvem são a governança de dados, a segurança cibernética, a proteção dos dados, a

resiliência da nuvem, as regras de terceirização, a proteção do consumidor e a concorrência.

Os modelos regulatórios para a computação em nuvem variam muito de um país para outro e refletem as prioridades nacionais relativas ao equilíbrio entre: (i) salvaguardas de proteção de dados e direitos dos titulares dos dados e (ii) habilitadores do compartilhamento de dados. Alguns países adotaram uma abordagem mais branda para regulamentar seu ambiente nacional de nuvem. Em vez de adotar um marco abrangente de proteção de dados, eles dependem fortemente da autorregulamentação do setor de serviços de nuvem. Outros países, como os da União Europeia, adotaram uma abordagem baseada em direitos que prioriza a segurança dos dados e os direitos dos titulares desses dados. Por fim, alguns países adotaram uma abordagem restritiva que exige controle governamental sobre o fluxo de informações digitais. Essas políticas restritivas podem sufocar a inovação e dificultar investimentos e a entrada de novos atores no mercado, além de muitas vezes atuarem como barreiras ao comércio digital transfronteiriço de serviços (Ferracane; Van der Marel, 2018).

As leis e regulamentos em vigor nem sempre tratam adequadamente dos novos desafios impostos pela inovação tecnológica. Antes de considerar se é necessário um novo regulamento específico para a nuvem, os tomadores de decisão devem garantir que as leis gerais em vigor constituam uma base estável para a legislação futura. A incerteza sobre como as leis fundamentais podem ser aplicadas à computação em nuvem pode ser melhor abordada por meio de diretrizes setoriais do que com regulamentos adicionais.

Aprendizado n.º 7

Modelos híbridos e multinuvem para a prestação de serviços em nuvem estão se tornando mais comuns porque oferecem otimização de desempenho, resiliência aprimorada e maior flexibilidade. Para viabilizar tais modelos, os governos devem adotar marcos robustos de portabilidade e interoperabilidade de dados, além de promover a competição entre os participantes.

O mercado de computação em nuvem é altamente concentrado, com os hiperescaladores detendo a maior fatia do mercado. Essa situação é resultado de efeitos de rede, economias de escala e barreiras significativas à entrada devido aos altos custos de capital iniciais. Os hiperescaladores estão adotando progressivamente uma abordagem verticalmente integrada, aumentando seu controle sobre toda a cadeia de valor e fortalecendo sua posição nos mercados. Esse domínio levanta preocupações regulatórias quanto a práticas anticoncorrenciais (por exemplo, agregação, vinculação e subsídios cruzados de serviços) e proteção ao consumidor (a necessidade de salvaguardas suficientes para proteger os direitos dos consumidores). Essa concorrência limitada reduz as escolhas dos

consumidores, forçando-os a assumir riscos comerciais significativos, e pode impor uma barreira para a adoção mais ampla de serviços de nuvem.

Para lidar com essa preocupação, as organizações têm cada vez mais adotado estratégias de nuvem híbrida que combinam ambientes de nuvem pública e privada para otimizar o desempenho, a flexibilidade e a resiliência dos negócios. Ao superar as limitações da computação tradicional, a computação híbrida pode contribuir para a expansão do mercado de infraestrutura de dados e nuvem. Outra tendência são as estratégias multinuvem que envolvem o uso de serviços de vários provedores. Grandes empresas e governos estão progressivamente adotando estratégias multinuvem para se beneficiarem das melhores soluções para necessidades específicas, otimizar custos e mitigarem riscos de interrupção dos serviços. As estratégias multinuvem também ajudam a evitar a dependência de fornecedores individuais. Essas estratégias podem incentivar uma maior adoção de serviços em nuvem, aumentar a demanda por serviços de vários provedores e fomentar a concorrência.

Os modelos híbridos e multinuvem (ou uma combinação de ambos) oferecem benefícios substanciais, mas também apresentam desafios relacionados à maior complexidade operacional e à falta de habilidades e capacidades técnicas necessárias para capitalizar os benefícios desses modelos. Uma estratégia multinuvem adequada exige a portabilidade total de dados entre diferentes provedores de nuvem, mas atualmente existem poucos requisitos de padronização de interoperabilidade e portabilidade de dados. Essa falta de padronização exige que as organizações implementem soluções técnicas personalizadas e incorram em custos operacionais adicionais para garantir a transferência de dados entre vários provedores de serviços. Os governos podem promover uma adoção mais ampla da nuvem ao instituírem marcos de portabilidade e interoperabilidade de dados para superar alguns desses desafios.

Aprendizado n.º 8

O gerenciamento dos riscos de segurança cibernética na nuvem exige esforços colaborativos do governo e do setor privado. Os provedores de serviços de nuvem em hiperescala aumentaram significativamente os investimentos em segurança cibernética para atender à demanda do mercado. Os governos podem desempenhar um papel nisso por meio de requisitos de certificação e auditoria para gerenciar riscos emergentes de segurança cibernética.

A segurança cibernética é essencial no contexto da computação em nuvem. A interrupção dos serviços de nuvem representa um risco significativo (especialmente para setores críticos). Portanto, são necessários marcos que promovam resiliência operacional, bem como medidas e

salvaguardas para evitar violações de dados, divulgações não autorizadas, perdas de dados e outras atividades maliciosas.

Os provedores de serviços de nuvem em hiperescala estão fazendo investimentos significativos na segurança de suas plataformas: a Microsoft e o Google projetaram um total combinado de US\$ 30 bilhões para reforçar a segurança cibernética (nos Estados Unidos) antes de 2026 (Casa Branca, 2021). Esse nível de investimento supera até mesmo os orçamentos de segurança cibernética de países de renda alta; para contextualizar, o orçamento de segurança cibernética proposto pelo governo dos EUA para o exercício financeiro de 2025 era de US\$ 13 bilhões¹¹. Esses investimentos refletem a frequência, a gravidade e os custos crescentes dos ataques de segurança cibernética; a natureza sofisticada dos atores maliciosos; e os custos de conformidade associados a um complexo emaranhado de leis e regulamentações.

Para pequenos provedores locais de serviços de nuvem, esse nível de investimento pode ser inviável. Iniciativas de certificação e auditoria podem ser úteis nesses casos. A Austrália, o Japão e os Emirados Árabes Unidos (Dubai), por exemplo, introduziram mecanismos em seus marcos regulatórios que promovem avaliações padronizadas dos serviços em nuvem usando avaliadores terceirizados credenciados. Boas práticas e normas internacionais também ajudam a determinar os requisitos mais adequados para provedores de nuvem menores. No caso da segurança cibernética, a norma ISO/IEC 27017:2015 da Organização Internacional de Normalização fornece um código de práticas para controles de segurança da informação de serviços em nuvem. Além disso, o uso de relatórios de controles de organizações e sistemas para revisar os controles de segurança da informação implementados por um provedor de serviços de nuvem pode fornecer uma camada adicional de verificações.

Aprendizado n.º 9

À medida que os mercados de infraestrutura de dados e nuvem crescem, também cresce sua pegada ambiental. Os governos incentivam cada vez mais práticas de baixo carbono e ecologicamente corretas para os *data centers* por meio de políticas e regulamentos direcionados.

As operações de *data centers* consomem muita energia e competem por recursos limitados de terra, energia e água. Em nível global, a energia consumida pelos *data centers* permaneceu quase constante, apesar do crescimento nos volumes de trabalho dos *data centers* e do tráfego de internet que flui por eles. Essa constância se deve, em grande parte, a boas práticas de eficiência energética introduzidas pelos operadores de *data centers* na última década. No entanto, projeta-se que a demanda por *data centers* aumentará rapidamente e ultrapassará os ganhos relativos das melhorias na eficiência energética (Bashroush, 2020).

Segundo estimativas, os *data centers* e as redes de transmissão de dados são responsáveis por 1% das emissões de gases de efeito estufa relacionadas à energia¹². Se considerar os dispositivos em rede, como *laptops*, *smartphones*, *tablets* e outros *gadgets* digitais, as tecnologias digitais são responsáveis por 1,7% de todas as emissões globais de gases de efeito estufa. Além disso, a computação em nuvem contribui para as emissões de todo o ciclo de vida, abrangendo desde a extração e fabricação de matérias-primas até o transporte e descarte ou reciclagem no fim da vida útil (Banco Mundial, 2023).

Os *data centers* consomem grandes quantidades de água potável para manter os níveis corretos de temperatura e umidade necessários para evitar falhas nos equipamentos. Apesar da escassez de recursos hídricos, menos de um terço dos operadores de *data centers* medem seu consumo de água (Mytton, 2021). Embora alguns operadores de *data centers* usem água reciclada e não potável, o consumo de água pelos *data centers* continua sendo uma fonte considerável de controvérsias, principalmente em locais com estresse hídrico e durante as estações quentes, em que há um pico da demanda. Esse desafio provavelmente afetará mais negativamente as economias de renda baixa e média, pois elas costumam ter climas mais quentes e são mais vulneráveis à escassez hídrica. Os operadores de *data centers* e os governos devem adotar técnicas sustentáveis de resfriamento de servidores à medida que expandem suas operações em áreas com alto estresse climático. A computação em nuvem contribui para outro problema ambiental — o lixo eletrônico — devido aos ciclos frequentes de atualização de equipamentos de tecnologia da informação e comunicação em *data centers*. De acordo com um artigo publicado em *Waste Management World*, o lixo eletrônico é o fluxo de resíduos que mais cresce globalmente, mas apenas uma pequena parte é reciclada (Nageler-Petriz, 2023).

Reduzir o impacto ambiental da computação em nuvem deve ser uma política e um imperativo empresarial. A busca por sustentabilidade exige uma abordagem que combine obrigações, incentivos e esforços colaborativos. Quando alinhados, os provedores de serviços de nuvem podem contribuir para o cumprimento dos objetivos nacionais de sustentabilidade e promover um futuro mais verde. Sua influência no mercado de energia pode impulsionar mudanças positivas ao promover e favorecer o uso de energias renováveis.

Para o desenvolvimento sustentável dos mercados de infraestrutura de dados e nuvem, os governos devem fomentar a geração sustentável de eletricidade por meio de obrigações ou incentivos, uso eficiente do espaço físico dos *data centers*, práticas de eficiência energética e uso de energias renováveis, técnicas sustentáveis de resfriamento de servidores e medidas para minimização e reciclagem de lixo eletrônico. Eles também devem incorporar considerações verdes nos processos de compras governamentais.

Muitos governos estão interessados em incentivar a expansão de seus mercados de *data centers*, concentrando-se mais na sustentabilidade dessas estruturas do que apenas em sua expansão econômica. Na Alemanha, os *data centers* podem se qualificar para uma isenção dos tributos sobre a energia elétrica se atenderem a condições específicas, como a adoção de práticas de eficiência energética e o uso de fontes de energia renováveis (Allen & Overy LLP, 2023). Singapura oferece incentivos de descarbonização para *data centers* que implementarem tecnologias de eficiência energética (Deloitte, 2021). Na Índia, um Sistema de Classificação de *Data Centers* Verdes promove a construção e operação de *data centers* ambientalmente sustentáveis e com alta eficiência energética para reduzir o consumo de energia, o uso de água e as emissões de carbono (Singh, 2023).

RECOMENDAÇÕES

- Os governos podem se beneficiar ao facilitarem o desenvolvimento de mercados de infraestrutura de dados e nuvem e aproveitarem as oportunidades econômicas que esses mercados oferecem. Para os governos, os mercados de infraestrutura de dados e nuvem modernizam a infraestrutura de tecnologia da informação, aumentam a eficiência, reduzem custos e melhoram os serviços públicos fornecidos aos cidadãos. Para as economias, esses mercados promovem a inovação, geram empregos e impulsionam o crescimento econômico.
- É importante que os governos desenvolvam estratégias nacionais abrangentes de transformação digital que, entre outras prioridades, adotem a computação em nuvem. Uma vez que uma conectividade de banda larga robusta, um fornecimento de energia confiável, uma força de trabalho qualificada e marcos eficazes de governança de dados afetam a viabilidade e a expansão dos mercados de infraestrutura de dados e nuvem, tratar desses componentes de maneira holística é necessário para impulsionar o progresso. Ao definir diretrizes claras de longo prazo, os governos sinalizam sua estabilidade política e seu apoio aos investidores.
- Para reduzir a “exclusão da nuvem”, os governos devem atuar proativamente para criar um ambiente propício. Isso inclui estimular a demanda, promover uma força de trabalho qualificada em tecnologia da informação, estabelecer condições regulatórias favoráveis e investir em áreas onde sejam identificadas lacunas de mercado. Deve ser dada prioridade a investimentos complementares nos setores de banda larga e energia, aproveitando a demanda do governo como um catalisador.
- Os governos devem coletar dados mais precisos e abrangentes sobre a demanda por serviços de nuvem e as condições de oferta predominantes em seus mercados internos. Manter-se atualizado sobre as tendências tecnológicas é fundamental neste cenário em rápida evolução.

Projetar políticas de nuvem específicas para cada contexto que possam ser implementadas de forma eficaz exige uma compreensão profunda das tendências tecnológicas atuais e das condições do mercado.

- Ao definir o marco regulatório, os governos devem fomentar o equilíbrio ideal entre salvaguardas regulatórias e medidas habilitadoras, mantendo-se alinhados ao contexto e às prioridades nacionais de seu país. A priorização de leis tecnologicamente neutras e regulamentos baseados em princípios para mercados de infraestrutura de dados e nuvem, sempre que possível, garante justiça e consistência no cenário regulatório e ajuda a evitar ônus desnecessários que possam surgir da introdução de regulamentos novos e especializados.
- Antes de considerar a necessidade de novas leis e regras específicas para a nuvem, os formuladores de políticas públicas devem avaliar a aplicabilidade das leis vigentes que já forneçam uma base estável para legislações futuras. Em vez de introduzir regulamentos adicionais, é possível solucionar as incertezas relativas à aplicação de leis básicas à computação em nuvem por meio de diretrizes setoriais. Também podem ser exploradas possibilidades de autorregulamentação.

A tabela O.1 apresenta recomendações em três linhas de ação principais — definição de fundamentos; início dos fluxos de dados e estímulo ao uso da nuvem; e desenvolvimento de um mercado sustentável de infraestrutura de dados e nuvem — com base no nível de maturidade de cada país.

TABELA O.1 Ações e prioridades governamentais para o desenvolvimento de infraestrutura de dados e nuvem

	Infraestrutura e estímulo à demanda	Política de dados e regulamentação do mercado da nuvem	Governo como usuário da nuvem
Definição de fundamentos	Realizar esforços coordenados para garantir: ▪ Acesso universal à banda larga e conectividade internacional adequada; ▪ Infraestrutura de energia adequada; e ▪ Habilidades digitais básicas.	Criar e implementar um marco de governança de dados robusto que incorpore salvaguardas e habilitadores e considere: ▪ Qualidade dos dados; ▪ Abertura dos dados; ▪ Grau de soberania de dados e fluxos de dados transfronteiriços; ▪ Proteção dos dados; e ▪ Segurança cibernética e resiliência. Revisar os regulamentos de terceirização para garantir sua neutralidade tecnológica e seu embasamento em princípios.	Estabelecer políticas bem definidas sobre o uso de tecnologias de nuvem no setor público. Os tomadores de decisão devem considerar políticas de uso prioritário ou uso inteligente da nuvem com um marco de classificação de dados que permita o gerenciamento diferenciado de diversos tipos de dados, um marco claro de contratações e aquisições de serviços da nuvem e um sistema claro de rótulos e certificações para provedores de serviços de nuvem (com base em boas práticas e padrões internacionais). Definir uma estratégia de nuvem robusta com uma visão estratégica de longo prazo e um plano de adoção, delineando claramente a abordagem de migração e/ou implementação pretendida. Realizar uma avaliação de riscos completa, garantir uma seleção cuidadosa de fornecedores, implementar marcos de conformidade rigorosos e elaborar um plano claro de segurança e gerenciamento de dados.

(continua)

TABELA O.1 Ações e prioridades governamentais para o desenvolvimento de infraestrutura de dados e nuvem (*continuação*)

	Infraestrutura e estímulo à demanda	Política de dados e regulamentação do mercado da nuvem	Governo como usuário da nuvem
Início dos fluxos de dados e estímulo ao uso da nuvem	Buscar reduzir as lacunas de adoção e utilização digital por meio de melhorias na acessibilidade (conexão e dispositivos), desenvolvimento de habilidades digitais, fomento de conteúdo local e esforços de digitalização no setor privado (especialmente para pequenas e médias empresas). Buscar mobilizar os recursos necessários para investimentos em infraestrutura de dados e nuvem por meio de vários instrumentos financeiros direcionados, tais como auxílio estatal e cofinanciamento público-privado, bem como incentivos econômicos e fiscais. É fundamental que sejam envidados esforços colaborativos e estabelecidas parcerias.	Considerar políticas de compartilhamento de dados não pessoais e estratégias para intensificar o uso e reúso de dados. Buscar colaboração regional e internacional para definir regras e regulamentos harmonizados a fim de criar um ambiente mais consistente para a adoção e expansão da nuvem.	Atuar como catalisador na aceleração da adoção da nuvem digitalizando diversos serviços públicos e migrando-os para a nuvem. A migração do governo para a nuvem envia um forte sinal de confiança nos serviços habilitados pela nuvem, gerando efeitos secundários para a adoção por empresas nacionais (liderança pelo exemplo). Capacitar servidores públicos para que possam trabalhar em diferentes ambientes de nuvem (híbridos e multinuvm) e fazer recomendações relacionadas à nuvem para o setor privado (se/quando necessário).

(continua)

TABELA 0.1 Ações e prioridades governamentais para o desenvolvimento de infraestrutura de dados e nuvem (continuação)

	Infraestrutura e estímulo à demanda	Política de dados e regulamentação do mercado da nuvem	Governo como usuário da nuvem
Desenvolvimento de um mercado sustentável de infraestrutura de dados e nuvem	Promover uma política energética para dar suporte ao desenvolvimento da infraestrutura de dados e nuvem. Simplificar os processos de licenciamento para permitir a conclusão eficiente de projetos de infraestrutura, o que reduz o tempo de inserção de produtos no mercado e permite que as empresas comecem a atender seus clientes e recuperar seus investimentos iniciais. Oferecer incentivos fiscais e regulatórios direcionados para atrair investimentos. Esses incentivos podem variar dependendo da localização de cada <i>data center</i>, bem como seu tamanho, potencial pegada ambiental e contexto específico. Eles podem variar desde a criação de zonas econômicas especiais e parques industriais até isenções fiscais para desenvolvimento de <i>data centers</i> ou alíquotas tributárias subsidiadas sobre o uso de energia.	Incentivar a competição no mercado de serviços em nuvem e estar pronto para intervir, quando necessário, com os seguintes objetivos: Facilitar a adoção de soluções multinuvm e híbridas por meio de medidas que incentivem a interoperabilidade e a portabilidade dos serviços de nuvem. As medidas poderiam incluir a definição de padrões de interoperabilidade e portabilidade de dados, como, por exemplo, aqueles desenvolvidos por instituições como o Comitê Internacional de Padrões de Tecnologia da Informação^a ou o Comitê de Padrões de Computação em Nuvem do IEEE^b.	Promover o desenvolvimento de infraestrutura de nuvem de baixo carbono e resiliente ao clima por meio de práticas de aquisição ecológicas e promulgar leis de zoneamento que levem em consideração as restrições de recursos. Ao escolher estrategicamente um provedor de nuvem ambientalmente responsável, os governos podem reduzir o uso de energia e as emissões de carbono necessárias para dar suporte a suas operações de TI. Colaborar com provedores de serviços de nuvem para definir padrões e implementar um monitoramento preciso dos impactos ambientais.

(continua)

TABELA O.1 Ações e prioridades governamentais para o desenvolvimento de infraestrutura de dados e nuvem (*continuação*)

Infraestrutura e estímulo à demanda	Política de dados e regulamentação do mercado da nuvem	Governo como usuário da nuvem
Aumentar a prontidão tecnológica do mercado nacional com programas de apoio público para a digitalização de empresas, iniciativas de aceleração de <i>startups</i> e incentivo a atores do setor privado local para que participem do ecossistema de <i>data centers</i> .	Promover um ambiente competitivo e favorável ao consumidor para a computação em nuvem, com medidas para abordar preocupações sobre concorrência, equidade e dinâmica de mercado. Os governos devem monitorar e analisar regularmente os crescentes mercados de serviços em nuvem para identificar e enfrentar potenciais preocupações com a política de concorrência. Além disso, os esforços do governo devem aumentar a conscientização do consumidor sobre as práticas dos provedores de serviços de nuvem que limitam a concorrência e desenvolvem capacidade no setor.	

(continua)

TABELA O.1 Ações e prioridades governamentais para o desenvolvimento de infraestrutura de dados e nuvem (*continuação*)

Infraestrutura e estímulo à demanda	Política de dados e regulamentação do mercado da nuvem	Governo como usuário da nuvem
Garantir a sustentabilidade dos mercados de infraestrutura de dados e nuvem impondo padrões de sustentabilidade para <i>data centers</i> novos e existentes.	Aumentar a confiança dos investidores assumindo um papel proativo para solucionar a lacuna de talentos e construir um <i>pipeline</i> de habilidades e competências. Além de oferecer desenvolvimento de habilidades por meio do sistema educacional tradicional e de instituições estatais especializadas, os governos podem criar parcerias com provedores de serviços de nuvem para oferecer certificações de computação em nuvem e outros programas de capacitação. Os governos também podem criar grupos e parcerias com universidades locais, centros de treinamento, empresas de tecnologia e potenciais investidores em <i>data centers</i> para oferecer iniciativas de qualificação direcionadas.	

Fonte: Tabela original compilada para este relatório.

Observação: IEEE = Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos; TI = tecnologia da informação.

a. International Committee for Information Technology Standards, <https://www.incits.org/home/>.

b. IEEE, "IEEE Cloud Computing Standards Committee," <https://www.computer.org/volunteering/boards-and-committees/standards-activities/committees/cloud>.

NOTAS

1. IDC. Worldwide IDC Global DataSphere Forecast, 2023–2027, <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US50554523>.
2. Brynjolfsson, Hitt e Kim (2011) e Brynjolfsson e McElheran (2019) estimam que as empresas que adotam processos decisórios orientados por dados podem ter um aumento de 5% a 6% em sua produção e produtividade.
3. Os dados abertos melhoraram o desempenho de governos, empoderaram os cidadãos, contribuíram com soluções para problemas públicos complexos e criaram novas oportunidades econômicas para empresas, indivíduos e nações (ver Verhulst; Young, 2016).
4. O termo IA generativa refere-se a modelos de aprendizagem profunda capazes de gerar textos, imagens e outros conteúdos de alta qualidade a partir dos dados usados para seu treinamento (Martineau, 2023).
5. Este crescimento dependerá do ritmo de adoção da tecnologia e do reaproveitamento do tempo dos trabalhadores para outras atividades (Chui et al., 2023).
6. O termo hiperescaladores refere-se a empresas que fornecem serviços de computação em nuvem em grande escala, gerenciando e operando *data centers* no mundo todo.
7. Gartner. 2023. “Gartner Forecasts Worldwide IT Spending to Grow 4.3% in 2023,” <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2023-07-19-gartner-forecasts-worldwide-it-spending-to-grow-4-percent-in-2023>.
8. MIT Technology Review, “Global Cloud Ecosystem Index 2022,” <https://www.technologyreview.com/2022/04/25/1051115/global-cloud-ecosystem-index-2022/>.
9. Segundo o índice de qualidade do fornecimento de energia do Banco Mundial, a qualidade do fornecimento de energia elétrica nos países em desenvolvimento é baixa.
10. Banco Mundial, Governance, “Combating Corruption,” <https://www.worldbank.org/en/topic/governance/brief/combating-corruption>.
11. Proposta da Casa Branca para despesas do governo federal dos EUA com segurança cibernética para órgãos públicos selecionados no exercício financeiro de 2025; 15. Information technology and cybersecurity funding, https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2024/03/ap_15_it_fy2025.pdf.
12. International Energy Agency, “Data Centres and Data Transmission Networks,” <https://www.iea.org/energy-system/buildings/data-centres-and-data-transmission-networks>.

REFERÊNCIAS

- Allen & Overy LLP. 2023. “Germany to Tighten Energy Efficiency Requirements for Buildings, Companies and Data Centers.” *JD Supra*, May 9, 2023. <https://www.jdsupra.com/legalnews/germany-to-tighten-energy-efficiency-5618693/>.
- Arizton (Arizton Advisory & Intelligence). 2023. “Global Data Center Construction Market Flourishing with More than \$73 Billion Investments in Next 6 Years, Eyes on APAC: The Industry Thrives with Hyperscalers such as AWS, Meta, Google, and Microsoft’s Strategic Moves.” *PR Newswire*, May 30. <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-data-center-construction-market-flourishing-with-more-than-73-billion-investments-in-next-6-years-eyes-on-apac-the-industry-thrives-with-hyperscalers-such-as-aws-meta-google-and-microsofts-strategic-moves---arizton-301837599.html>.

- Bangalore, Srini, Bhargs Srivathsan, Arjita Bhan, Andrea Del Miglio, Pankaj Sachdeva, Vijay Sarma, and Raman Sharma. 2023. "Investing in the Rising Data Center Economy." Our Insights, January 17. McKinsey and Company. https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/technology%20/media%20and%20telecommunications/high%20tech/our%20insights/investing%20in%20the%20rising%20data%20center%20economy/investing-in-the-rising-data-center-economy_final.pdf.
- Bashroush, Rabih. 2020. "Data Center Energy Use Goes Up and Up and Up." *Uptime Institute*, January 6. <https://journal.uptimeinstitute.com/data-center-energy-use-goes-up-and-up/>.
- Brynjolfsson, Erik, Lorin M. Hitt, and Keekyung Hellen Kim. 2011. "Strength in Numbers: How Does Data-Driven Decisionmaking Affect Firm Performance?" SSRN Working Paper. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1819486.
- Brynjolfsson, Erik, and Kristina McElheran. 2019. "Data in Action: Data-Driven Decision-Making and Predictive Analytics in U.S. Manufacturing." Rotman School of Management Working Paper 3422397, University of Toronto. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3422397.
- CBRE. 2022. "Data Centers in Sweden." PowerPoint presentation of report produced for Node Pole, March. [https://8866495.fs1.hubspotusercontent-na1.net/hubfs/8866495/Node%20Pole%20Report%20\(Sweden\)%20-%20FINAL.pdf](https://8866495.fs1.hubspotusercontent-na1.net/hubfs/8866495/Node%20Pole%20Report%20(Sweden)%20-%20FINAL.pdf).
- Chui, Michael, Eric Hazan, Roger Roberts, Alex Singla, Kate Smaje, Alex Sukharevsky, Lareina Yee, and Rodney Zimmel. 2023. "The Economic Potential of Generative AI: The Next Productivity Frontier." McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.de/~media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/deutschland/news/presse/2023/202306-14%20mgi%20genai%20report%2023/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier-vf.pdf>.
- Dawn-Hiscox, Tanwen. 2018. "Hyperscalers Drive Renewable Energy Generation, Says Study." Data Center Dynamics, February 16. <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/hyperscalers-drive-renewable-energy-generation-says-study/>.
- Deloitte. 2021. "Investments and Incentives in Singapore: See What We See." Deloitte Tax Solutions Pte Ltd. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/sg/Documents/tax/sg-tax-applying-for-gov-incentives-brochure-02-dec-2021.pdf>.
- Dialani, Priya. 2020. "The Future of Data Revolution Will Be Unstructured Data." *Analytics Insight*, October 29. <https://www.analyticsinsight.net/the-future-of-data-revolution-will-be-unstructured-data/>.
- Ferracane, Martina F., and Erik van der Marel. 2018. "Do Data Policy Restrictions Inhibit Trade in Services?" DTE Working Paper 02, Digital Trade Estimates, European Center for International Political Economy. <https://ecipe.org/publications/do-data-policy-restrictions-inhibit-trade-in-services/>.
- Martineau, Kim. 2023. "What Is Generative AI?" *IBM Research* (blog), April 20. <https://research.ibm.com/blog/what-is-generative-AI>.
- Moises, Hazel. 2023. "Prospective Data Center Investors & Hyperscalers Seek Additional 500MW Power Capacity from Philippines' DOE." W.Media, Southeast Asia News, February 13. <https://w.media/prospective-data-center-investors-hyperscalers-seek-additional-500mw-power-capacity-from-philippines-doe/>.
- Mytton, David. 2021. "Data Center Water Consumption." *npj Clean Water* 4: 11. <https://www.nature.com/articles/s41545-021-00101-w>.

- Nageler-Petritz, Helena. 2023. "The Growing Volume of e-Waste Is Quickly Overwhelming the Current Capacity to Recycle It." *Waste Management World*, March 1. <https://waste-management-world.com/resource-use/e-waste-recycling/>.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). 2015. *Data-Driven Innovation: Big Data for Growth and Well-Being*. Paris: OECD Publishing. <https://www.oecd.org/sti/data-driven-innovation-9789264229358-en.htm>.
- Public First. 2022. "Unlocking Europe's Digital Potential." Report commissioned by Amazon Web Services, Public First. <https://awsdigitaldecade.publicfirst.co.uk/>.
- Reinsel, David, John Gantz, and John Rydning. 2018. "The Digitization of the World: From Edge to Core." IDC White Paper US44413318, IDC, November. <https://www.seagate.com.mcas.ms/www-content/our-story/trends/files/idc-seagate-dataage-whitepaper.pdf?McasCtx=4&McasTsId=15600>.
- Research and Markets. 2022. "Middle East Data Center Markets, 2022–2027—Smart City Initiatives Driving Data Center Investments & 5G Deployments Fueling Edge Data Center Deployment." *GlobeNewswire*, February 3. <https://www.globenewswire.com/en/news-release/2022/02/03/2378286/28124/en/Middle-East-Data-Center-Markets-2022-2027-Smart-City-Initiatives-Driving-Data-Center-Investments-5G-Deployments-Fueling-Edge-Data-Center-Deployment.html>.
- Singh, Rashmi. 2023. "Green Building Regulations Give Impetus to Sustainable Data Centers in India." *Mongabay*, February 28. <https://india.mongabay.com/2023/02/green-building-regulations-give-impetus-to-sustainable-data-centers-in-india/>.
- South Africa, Department of Communications and Digital Technologies. 2021. "Electronic Communications Act 2005: Invitation to Submit Written Submissions on the Proposed National Data and Cloud Policy." *Staatskoerant* No. 44389, April 1. https://www.gov.za/sites/default/files/gcis_document/202104/44389gon206.pdf.
- The White House. 2021. "Biden Administration and Private Sector Leaders Announce Ambitious Initiatives to Bolster the Nation's Cybersecurity." Fact Sheet, August 25. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/08/25/fact-sheet-biden-administration-and-private-sector-leaders-announce-ambitious-initiatives-to-bolster-the-nations-cybersecurity/>.
- World Bank. 2023. *Green Data Centers: Toward a Sustainable Digital Transformation. A Practitioner's Guide*. Washington, DC: World Bank. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099112923171023760/p17859700914e40f60869705b924ae2b4e1>.
- Verhulst, Stefaan, and Andrew Young. 2016. "Open Data Impact: When Demand and Supply Meet." Key Findings of the Open Data Impact Case Studies, Open Data Impact. <https://odim pact.org/files/open-data-impact-key-findings.pdf>.