



GESEL

Grupo de Estudos do Setor Elétrico

UFRJ

Os Custos e Benefícios dos Data Centers

Jorge Arbache

TDSE

Texto de Discussão do Setor Elétrico

Nº 128

Novembro de 2024

Rio de Janeiro

TDSE
Texto de Discussão do Setor Elétrico N° 128
Os custos e benefícios dos data centers

Jorge Arbache

ISBN: 978-65-86614-95-4

Novembro de 2024

SUMÁRIO

Introdução	4
1 - Preocupações gerais.....	5
2 - Evidências recentes.....	8
2.1 - Alto consumo de energia e tensão na rede elétrica.....	8
2.2 - Uso de água para resfriamento.....	8
2.3 - Criação de empregos.....	9
2.4 - Incentivos fiscais e benefícios econômicos.....	9
2.5 - Pressão sobre a infraestrutura	10
2.6 - Sustentabilidade e emissões de carbono	10
3 - Teria chegado a vez dos países emergentes?	11
3.1- - Custos operacionais menores	11
3.2 - Crescimento da demanda por serviços digitais	11
3.3 - Incentivos fiscais e políticas públicas favoráveis	11
3.4 - Proximidade com mercados regionais emergentes	12
3.5 - Expansão da infraestrutura de telecomunicações.....	12
3.6 - Diversificação geográfica e geopolítica	12
3.7 - Energias renováveis e sustentabilidade.....	12
3.8 - Capacitação tecnológica local	13
4 - Data centers e os impostos.....	14
4.1 - Impostos sobre propriedade	14
4.2 - Impostos sobre vendas.....	15
4.3 - Impostos sobre a renda	15
4.4 - Incentivos fiscais específicos	15
4.5 - Impostos sobre o consumo de energia.....	15
4.6- Críticas aos incentivos fiscais.....	16
5.-. Em busca de compensações.....	17
5.1 - Compensações ambientais	17
5.2 - Desenvolvimento de infraestrutura	17
5.3 - Criação de empregos e capacitação.....	18
5.4 - Contribuição para a sustentabilidade local.....	18
5.5 - Controle de impacto no consumo de água	19
5.6 - Melhorias na rede de energia.....	19
5.7 - Mitigação de impactos locais	20
6 - Quais seriam os impactos positivos na economia local?	21
6.1 - Desenvolvimento da infraestrutura digital.....	21

6.2 - Fortalecimento de ecossistemas de startups e inovação	21
6.3 - Criação de empregos qualificados	21
6.4 - Atração de investimentos e parcerias internacionais	21
6.5 - Efeito multiplicador nas cadeias de fornecimento.....	22
6.6 - Redução da latência e melhoria de serviços locais	22
6.7 - Fomento à digitalização e inclusão digital.....	22
6.8 - Sustentabilidade e energias renováveis.....	22
7 - O problema da jurisdição.....	24
7.1 - Soberania dos dados.....	24
7.2 - Conflito entre leis nacionais e internacionais	24
7.3 - Segurança nacional e cibersegurança	25
7.4 - Impostos e jurisdição fiscal	25
7.5 - Controle público sobre o fluxo de dados	26
7.6 - Direitos de acesso a dados.....	26
7.7 - Localização estratégica.....	26
7.8 - Implicações geopolíticas	27
8 - Afinal, os <i>data centers</i> são mesmo grandes exportadores de serviços?	28
8.1 - Classificação como serviços de tecnologia da informação.....	28
8.2 - Contabilização sob o comércio internacional de serviços.....	28
8.3 - Desafios na contabilização.....	28
8.4 - Esforços para melhorar a medição	29
9 - Como é o tratamento dos <i>data centers</i> na Organização Mundial do Comércio?	30
10 - Quais compensações?	31
11 - Conclusões	32

Os custos e benefícios dos data centers

Jorge Arbache¹

Introdução

A matriz elétrica renovável do Brasil, que ultrapassa os 90%, e o atual excedente de energia no Sistema Interligado Nacional, que se estima ser da ordem de 8 a 10 GW, têm gerado acaloradas proposições em favor da atração de *data centers* para o país.² Alega-se que o setor poderia contribuir para a economia, além de atender aos interesses imediatos das empresas que comercializam energia. Ademais, argumenta-se que o consumo do excedente de energia ajudaria a manter ativa a indústria de equipamentos de energia eólica instalada no país que, no momento, enfrentaria dificuldades de novos negócios. O interesse dos *data centers* de acessar a energia verde, segura e de baixo custo do país também coincide com interesses políticos imediatistas.

Em vista da crescente discussão sobre o tema dos *data centers* no Brasil, este breve estudo visa compartilhar informações, evidências e análises que poderiam contribuir para o debate sobre o assunto, tanto no país, como em outros países da região da América Latina que também experimentam debates similares.

¹ Professor de Economia da Universidade de Brasília. Este texto se beneficiou de informações disponibilizadas por posts especializados, documentos públicos e matérias jornalísticas publicadas em periódicos de grande circulação, especialmente dos países examinados. Em 3/11/2024.

² Data centers são instalações físicas que abrigam sistemas de computação e armazenamento de dados, incluindo servidores, dispositivos de rede, sistemas de armazenamento e outros componentes de infraestrutura digital. Eles são projetados para armazenar, processar e transmitir grandes volumes de dados, sendo fundamentais para a operação de empresas, serviços de internet, telecomunicações e computação em nuvem.

1 - Preocupações gerais

Governos de várias partes do mundo estão preocupados com a instalação de *data centers* por razões variadas. Embora *data centers* sejam essenciais para a economia digital, eles trazem à mesa desafios ambientais, de segurança, de desenvolvimento, dentre outros, o que requer cautela das autoridades onde eles se instalam.

Dentre os principais motivos de preocupações está o alto consumo de energia. De fato, os *data centers* são conhecidos por consumir quantidades massivas de eletricidade para manter servidores funcionando. A alta demanda elétrica decorrente pode sobrecarregar a infraestrutura local, especialmente em países ou regiões com sistemas elétricos menos desenvolvidos, e competir com o consumo residencial, industrial e agrícola.

O impacto ambiental também preocupa. Além do alto consumo de energia, *data centers* geram muito calor e dependem de grandes sistemas de resfriamento, o que requer elevadas quantidades de água, que pressionam recursos hídricos, em especial de regiões que já enfrentam problemas de seca e escassez.

As emissões de carbono correspondentes podem ser significativas, especialmente se a eletricidade utilizada pelos *data centers* provém de fontes não renováveis. Alguns países também mostram inquietações com os impactos no uso do solo, ocupação de grandes áreas e no estresse de infraestruturas locais.

O emprego é outra preocupação. Ao contrário de outras indústrias, a operação de *data centers* praticamente não requer força de trabalho local após a fase de construção. Afinal, *data centers* são equipamentos altamente automatizados e invariavelmente operados, controlados e monitorados de forma remota, digamos, desde algum lugar na Califórnia, requerendo apenas alguns poucos trabalhadores locais para segurança e manutenções básicas e complementares.

A privacidade e segurança de dados também geram preocupação do poder público. *Data centers* normalmente armazenam grandes quantidades de informações sensíveis com riscos potenciais, como espionagem e acesso não autorizado a dados críticos. O tema pode ser especialmente importante em

jurisdições onde as leis locais de proteção de dados não são robustas, como é o caso de muitos países em desenvolvimento.

A alta dependência de empresas estrangeiras de infraestruturas de tecnologias da informação (TI) críticas também levantam preocupações de soberania de dados, principalmente em contextos de crescentes desafios geopolíticos, como vemos hoje em dia. Governos ao redor do mundo também se preocupam com a vulnerabilidade a ciberataques e com a possibilidade de dados críticos de cidadãos, empresas ou do próprio governo serem comprometidos.

Outra questão relevante é a soberania e localização dos dados. Alguns governos preferem manter dados críticos locais dentro de suas fronteiras para fins de controle e segurança, especialmente quando se trata de dados governamentais ou financeiros. É o que fazem com especial ênfase os governos dos EUA e de países da União Europeia, por exemplo. A instalação de *data centers* controlados por empresas estrangeiras pode gerar preocupações sobre a soberania dos dados e a capacidade de o governo fazer valer as suas próprias leis de proteção e acesso a informações.

Ainda no tema de energia, os *data centers* podem competir com outros setores que também são intensivos em energia, água e infraestrutura, o que pode criar conflitos de interesse, em especial em regiões que enfrentam desafios para atender a diferentes prioridades de desenvolvimento econômico.

Para garantir que os *data centers* operem de forma sustentável e segura, muitos países precisam desenvolver ou reforçar a legislação específica, o que pode ser caro e demorado, incluindo regulamentações ambientais, de privacidade de dados e de segurança.

Além disso, os custos de subsídios ou incentivos fiscais para atrair *data centers* podem ser vistos como um custo econômico que pode não se justificar a médio e longo prazos se os benefícios para a economia local forem minúsculos ou limitados, o que é tema especialmente complexo para países em desenvolvimento.

Por fim, *data centers* podem requerer investimentos adicionais significativos em infraestrutura, como redes e linhas de transmissão robustas, acesso à fibra ótica de alta velocidade, redes de água e cabos submarinos, que na grande maioria das

vezes acabam sendo arcados pelos cofres públicos. Finalmente, em muitas regiões, a infraestrutura necessária para suportar grandes instalações de *data centers* simplesmente não está presente, o que exige recursos públicos significativos, gerando ainda mais questionamentos locais sobre o custo-benefício.

2 - Evidências recentes

As melhores evidências recentes sobre preocupações governamentais com *data centers* vêm dos EUA, onde está a maior concentração global dessas instalações. Ali, o poder público demonstra inquietações com *data centers* por motivos variados, incluindo alto consumo de energia, elevado consumo de recursos naturais e impactos nas infraestruturas locais. Além disso, há crescentes preocupações com impactos econômicos frustrantes, em especial em termos de criação de empregos e desenvolvimento local.

A seguir, apresentamos preocupações e evidências empíricas recentes.

2.1 - Alto consumo de energia e tensão na rede elétrica

Como já mencionado, os *data centers* consomem quantidade massiva de energia para operar e resfriar servidores. A demanda pode sobrecarregar as redes elétricas locais, especialmente em regiões que já enfrentam desafios para atender as necessidades de seus residentes e de atividades econômicas.

Nos estados de Virgínia e Texas, que abrigam grandes *clusters* de *data centers*, aqueles equipamentos respondem por parcela significativa do consumo local de eletricidade. Na Virgínia, conhecida por abrigar o maior cluster de *data centers* do mundo, estudos apontam que as instalações podem consumir cerca de 20% da energia elétrica da região norte do estado, o que pressionaria a rede local, especialmente durante picos de demanda. Além disso, há relatos de que empresas locais de energia estariam incapacitadas de firmar novos contratos de fornecimento de energia com grandes consumidores, ao menos pelos próximos anos. Já o Texas, que vem lutando com questões de confiabilidade de sua rede elétrica, também tem expressado preocupações sobre a expansão dos *data centers*, que consomem grandes porções da eletricidade do estado.

2.2 - Uso de água para resfriamento

Vários *data centers* utilizam sistemas de resfriamento à base de água, o que gera preocupações especialmente em áreas onde os recursos hídricos são limitados ou as secas são frequentes, como na Califórnia e no sudoeste dos EUA. Governos

estaduais têm se preocupado com os impactos potenciais sobre o abastecimento de água para consumo humano e outras atividades econômicas.

No Arizona, estado frequentemente atingido por secas e por grandes desafios de abastecimento, os *data centers* em áreas como Mesa têm sido alvo de duras críticas devido ao uso intensivo de água para resfriamento, que pode variar de centenas de milhares a milhões de litros por dia.

2.3 - Criação de empregos

Embora os *data centers* possam representar investimentos financeiros significativos, eles praticamente não geram empregos após a construção, o que tem levado a preocupações sobre o retorno dos investimentos públicos em infraestruturas e incentivos fiscais para atrair aquelas instalações.

Embora os *data centers* possam promover grandes investimentos de capital, a criação de empregos diretos é muito baixa. Um grande *data center* pode empregar entre 30 e 50 pessoas, o que é muito pouco em comparação com outros negócios que utilizam até menos terreno, energia, infraestrutura e recursos públicos. Além disso, como os *data centers* praticamente não têm interação com a economia local, os impactos diretos e indiretos no território podem ser considerados negligenciáveis.

2.4 - Incentivos fiscais e benefícios econômicos

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. Deste modo, governadores e legisladores agora questionam se aqueles incentivos realmente geraram benefícios para as comunidades.

Evidências para Nevada e outros estados mostram 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”.

2.5 - Pressão sobre a infraestrutura

Além da eletricidade e da água, os *data centers* aumentam a pressão sobre as infraestruturas de energia, telecomunicações e transporte. A necessidade de conectividade de alta velocidade e de capacidade de rede pode desviar recursos de outras prioridades públicas. Por isso, instâncias estaduais do poder público norte americano têm expressado preocupações relacionadas aos altos investimentos públicos em infraestrutura sem necessariamente trazer benefícios proporcionais para as comunidades ao redor.

Em áreas como o condado de Loudoun, na Virgínia, que abriga grande número de *data centers*, observa-se pressão crescente sobre a infraestrutura local, o que requer novos investimentos públicos para adaptar a rede elétrica e os sistemas de transporte para lidar com a demanda adicional dos *data centers*. Evidências também apontam que, em razão do *crowding out* dos *data centers*, o poder público teve que realizar novos investimentos em infraestruturas, inclusive para atender ao público geral e a pequenas e médias empresas.

2.6 - Sustentabilidade e emissões de carbono

Embora alguns *data centers* nos EUA estejam migrando para o uso de energias renováveis, a maioria depende de fontes de energia tradicionais, como carvão e gás natural, o que leva a grandes emissões de carbono. Deste modo, o poder público tem demonstrado preocupações com os impactos desses centros nas metas de redução de emissões de gases de efeito estufa.

Apesar dos avanços no uso de energia renovável, a demanda por eletricidade dos *data centers* continua crescendo rapidamente, o que tem gerado grandes dilemas para estados como a Califórnia, que têm metas ambiciosas de redução de emissões e abrigam grandes quantidades de infraestruturas de TI.

3 - Teria chegado a vez dos países emergentes?

Em vista das crescentes resistências de países desenvolvidos a novos *data centers*, empresas do setor estão cada vez mais mirando países emergentes para instalar novas plantas. Além disto, essas empresas estão sendo atraídas por fatores que incluem custos operacionais mais baixos, demanda crescente por serviços digitais nesses mercados, incentivos fiscais oferecidos por governos locais e novas infraestruturas tecnológicas emergentes.

3.1- - Custos operacionais menores

Muitos países emergentes da América Latina, Ásia e África oferecem custos operacionais mais baixos, como mão de obra e eletricidade. Aqueles países também podem ter custos mais baixos relacionados a terrenos e construção de novas instalações.

Índia e Brasil estão se tornando destinos devido ao custo mais acessível de energia e mão de obra em comparação com mercados desenvolvidos, como EUA e Europa. No caso do Brasil, a imensa disponibilidade de energia renovável com custos marginais altamente competitivos está atraindo investidores em *data centers*.

3.2 - Crescimento da demanda por serviços digitais

Muitos países emergentes estão passando por grande crescimento no uso de internet, smartphones e serviços digitais, incluindo *streaming*, *e-commerce*, computação em nuvem e *fintechs*. O aumento na digitalização tem gerado crescente demanda por infraestruturas locais de *data centers* para minimizar a latência e melhorar a qualidade dos serviços.

3.3 - Incentivos fiscais e políticas públicas favoráveis

Governos de países emergentes estão oferecendo incentivos fiscais atrativos, como isenções de impostos sobre propriedade, IVA e tarifas reduzidas de eletricidade, como forma de atrair empresas de tecnologia.

3.4 - Proximidade com mercados regionais emergentes

A localização de *data centers* próxima aos principais mercados regionais emergentes é uma vantagem estratégica para empresas de tecnologia que desejam melhorar a latência e a eficiência dos seus serviços. Estar fisicamente próximo ao mercado consumidor reduz o tempo de resposta de servidores e otimiza o desempenho dos serviços digitais.

3.5 - Expansão da infraestrutura de telecomunicações

Muitos países emergentes estão investindo em infraestruturas de telecomunicações, como fibra óptica e redes 5G, convertendo-se em locais atraentes para a instalação de novos *data centers*. Esses avanços ajudam a garantir uma conectividade estável e de alta velocidade, essenciais para a operação dos *data centers*.

3.6 - Diversificação geográfica e geopolítica

Empresas de tecnologia estão buscando diversificar as suas operações para reduzir a dependência excessiva de *data centers* em regiões específicas, como EUA e Europa. As tensões geopolíticas e a necessidade de atender às exigências de soberania de dados de diferentes países motivam as companhias a espalharem suas infraestruturas por várias geografias.

A soberania de dados imposta pela União Europeia (GDPR) e pela China induz que grandes companhias construam *data centers* em locais específicos para cumprir com as leis de armazenamento de dados dentro das fronteiras do país. A diversificação para a América Latina, Sudeste Asiático e África permite que as empresas de tecnologia reduzam riscos relacionados à interrupções regionais, tanto políticas quanto naturais.

3.7 - Energias renováveis e sustentabilidade

Alguns países emergentes oferecem acesso a fontes de energia renovável, como solar, eólica e hidráulica, o que pode reduzir custos operacionais a longo prazo e ajudar as empresas de tecnologia a atingirem metas de sustentabilidade. O Chile, com a sua abundante energia solar no deserto de Atacama, e o Brasil, com o seu

potencial hidrelétrico, solar e eólico, são altamente atraentes para *data centers* que buscam reduzir a sua pegada de carbono.

3.8 - Capacitação tecnológica local

Países emergentes estão se tornando mais competentes em termos de capacitação técnica, o que permite que as empresas realizem contratações locais para funções operacionais e de manutenção em seus *data centers*, reduzindo a dependência de expatriados e trazendo algum benefício econômico para as comunidades locais.

4 - Data centers e os impostos

Uma das grandes controvérsias relacionada aos *data centers* é a questão fiscal. Alega-se que eles recolhem muito poucos impostos quando comparados a empresas de outros setores. De fato, não há impostos incidentes sobre os dados processados por *data centers*.

Alguns governos de países desenvolvidos estão discutindo regulações e impostos relacionados a atividades digitais, como o processamento de dados e armazenamento, mas nada de concreto avançou até o momento, em parte devido ao potente *lobby* das *bigtechs*. Até agora, as políticas fiscais e regulamentações referentes aos *data centers* focam no consumo de energia e infraestrutura e em serviços digitais, mas não no processamento ou armazenamento de dados, que é o coração da atividade.

O pagamento de impostos por parte de *data centers* varia bastante dependendo do seu local de instalação, das políticas fiscais locais e dos incentivos oferecidos pelos governos para atrair esses investimentos. Embora os *data centers* desempenhem um papel vital na economia digital, vários países, tanto em nível federal quanto estadual ou municipal, têm utilizado incentivos fiscais para atrair grandes instalações, o que afeta diretamente o valor dos impostos pagos pelas empresas.

Aspectos adicionais sobre impostos são apresentados abaixo.

4.1 - Impostos sobre propriedade

Os *data centers* geralmente pagam impostos sobre propriedade relacionados ao terreno e às edificações onde estão localizados. Como esses centros ocupam grandes áreas e possuem infraestrutura valiosa, os impostos podem ser significativos quando se trata de governos com baixas capacidades instaladas de recursos humanos e institucionalidade para temas fiscais. No entanto, muitos estados e municípios oferecem isenções ou reduções de impostos sobre propriedade como forma de atrair a instalação dos *data centers*.

4.2 - Impostos sobre vendas

Os *data centers* são altamente intensivos em capital, o que significa que realizam grandes investimentos em equipamentos como servidores, hardware, sistemas de resfriamento e redes, dentre outros. Normalmente, essas compras estão sujeitas a impostos. Contudo, muitos governos locais oferecem isenções de impostos sobre vendas para equipamentos necessários para a operação dos *data centers* como forma de incentivo fiscal. Ademais, a maior parte, se não todos os equipamentos, são importados e, portanto, a sua comercialização não está sujeita a impostos locais específicos.

4.3 - Impostos sobre a renda

Os impostos sobre lucros operacionais (imposto de renda corporativo) também se aplicam a *data centers*, apesar de, muitas vezes, esses centros apresentarem operações de baixo custo com alta eficiência, o que pode reduzir o imposto sobre a renda. Alguns países oferecem incentivos fiscais, reduções de impostos corporativos ou nos investimentos realizados pela empresa, o que diminui a contribuição fiscal desses negócios para a coletividade.

4.4 - Incentivos fiscais específicos

Muitos estados e municípios ao redor do mundo criam pacotes de incentivos fiscais específicos para atrair *data centers*, o que inclui isenções temporárias de impostos e a criação de zonas econômicas especiais com regras fiscais generosas.

4.5 - Impostos sobre o consumo de energia

Grande parte dos custos operacionais de *data centers* está relacionada ao consumo de energia. Em algumas regiões, o consumo de eletricidade está sujeito a impostos ou tarifas, mas, frequentemente, as autoridades oferecem reduções ou isenções de impostos sobre eletricidade como incentivo.

4.6- Críticas aos incentivos fiscais

Embora os incentivos fiscais sejam amplamente utilizados para atrair os *data centers*, há uma crescente crítica sobre a eficácia e o retorno desses incentivos, tal como analisado acima. Neste sentido, argumenta-se que, como os *data centers* pouco criam empregos e pouco geram impactos positivos locais, os incentivos oferecidos frequentemente excederiam os benefícios econômicos trazidos por aquelas instalações.

5.- Em busca de compensações

Em razão dos temas acima, governos ao redor do mundo estão exigindo compensações antes de conceder licenças para a instalação de novos *data centers*, especialmente considerando os impactos ambientais, de infraestrutura e econômicos que esses centros podem gerar. Essas compensações visam equilibrar os benefícios econômicos trazidos pela instalação e funcionamento dos *data centers* com os potenciais custos sociais e ambientais que eles podem gerar.

5.1 - Compensações ambientais

Como discutido, uma das principais preocupações com os *data centers* é o alto consumo de energia e água. Para mitigar esses impactos, governos estão exigindo que as empresas tomem medidas de compensação, como o uso de energias renováveis, emprego de tecnologias mais eficientes e projetos de neutralização de carbono. Na Dinamarca, o Facebook deverá compensar o impacto ambiental de seu novo *data center* com o compromisso de usar energia 100% renovável.

Além disso, a empresa está envolvida em um projeto que reutiliza o calor gerado pelos servidores para aquecimento urbano, fornecendo aquecimento para milhares de residências. Em Singapura, diante da crescente demanda por *data centers*, o país restringiu novas licenças, exigindo que as companhias demonstrem planos comprovados de eficiência energética e implementem soluções sustentáveis, como o uso de resfriamento por água do mar e tecnologias de ponta para minimizar o consumo de energia.

5.2 - Desenvolvimento de infraestrutura

Alguns países estão exigindo que as empresas que desejam instalar *data centers* em seu território contribuam para a melhoria da infraestrutura local, incluindo redes de transmissão de energia, sistemas de abastecimento de água e infraestrutura de telecomunicações. Isto é especialmente relevante em áreas que não têm as infraestruturas necessárias para suportar operações intensivas em energia e conectividade.

Na Índia, o governo da Maharashtra exigiu que a Microsoft realizasse investimentos em infraestrutura energética e de telecomunicações para apoiar a operação de seu novo *data center* em Mumbai, o que incluiu o fortalecimento das redes locais de energia e a expansão de conexões de fibra óptica. No Chile, a construção de *data centers* no deserto de Atacama por grandes empresas de tecnologia, como a Google, envolveu acordos para investir na expansão das redes de energia renovável na região e fortalecer a infraestrutura de transporte de modo a acomodar as novas operações.

5.3 - Criação de empregos e capacitação

Os países frequentemente exigem que os projetos de *data centers* criem um número significativo de empregos locais e invistam em capacitação tecnológica para os trabalhadores da região. Embora os *data centers*, após a fase de construção, praticamente não gerem empregos, acordos como esses são utilizados para garantir que a instalação beneficie minimamente a economia local.

Na Irlanda, em troca da construção de um *data center* da Amazon em Dublin, o governo exigiu que a empresa firmasse um compromisso de capacitação de trabalhadores locais em tecnologias de *data centers* e criasse programas educacionais em conjunto com universidades locais.

5.4 - Contribuição para a sustentabilidade local

Alguns países exigem que as empresas de tecnologia invistam em projetos de sustentabilidade ou desenvolvimento comunitário, especialmente em regiões onde o impacto ambiental pode ser mais pronunciado.

As medidas podem incluir projetos de reflorestamento, programas de economia de água ou investimentos em energia verde.

Na África do Sul, a Amazon Web Services (AWS), ao construir um *data center* na Cidade do Cabo, se comprometeu a investir em projetos de energia solar local e de conservação de água, ajudando a compensar o impacto hídrico em uma região frequentemente afetada por secas. Na Austrália, o estado de Victoria exigiu que a Google investisse em projetos de reserva de carbono e reflorestamento como

parte da licença para construir um novo *data center* em Melbourne, ajudando a compensar as emissões de carbono e contribuir para a sustentabilidade local.

5.5 - Controle de impacto no consumo de água

O consumo de água por *data centers*, especialmente em regiões áridas ou propensas a escassez de recursos hídricos, é preocupação crescente. Alguns governos exigem que os *data centers* implementem tecnologias de resfriamento inovadoras que reduzam o uso de água ou que invistam em soluções de reciclagem e conservação de recursos hídricos. No Arizona, dada a natureza árida do estado, empresas que operam *data centers* em Mesa, como Google e Microsoft, foram obrigadas a utilizar sistemas de resfriamento a seco para reduzir o consumo de água. Além disso, as companhias estão investindo em tecnologias de reciclagem de água para reaproveitar o recurso utilizado no resfriamento de servidores. Em Singapura, devido a uma forte preocupação com a escassez de água, se exige que os *data centers* adotem tecnologias de resfriamento a ar ou sistemas de resfriamento por água do mar para minimizar o consumo de água potável. Em razão principalmente de sua ampla disponibilidade de energia renovável e cabos submarinos, o Nordeste do Brasil, uma das zonas mais áridas do mundo, onde grande parte da população experimenta grandes restrições de acesso à água, tem sido considerado zona para a instalação massiva de novos *data centers*. Há relatos de que os novos *data centers* empregariam águas de reuso para minimizar o impacto ambiental. Ainda que seja assim, não há como não reconhecer que os *data centers* competirão pela mesma água já altamente escassa da região.

5.6 - Melhorias na rede de energia

Muitos países estão exigindo que as empresas de *data centers* contribuam para o fortalecimento das redes elétricas locais, especialmente se consumirem grandes quantidades de energia. Em muitos casos, essas companhias precisam colaborar com os investimentos das empresas de serviços públicos locais para expandir e modernizar a infraestrutura de energia. Em Frankfurt, na Alemanha, as autoridades exigiram que novos *data centers* contribuíssem para o financiamento de *upgrades* na infraestrutura elétrica local, visando garantir que a rede possa

lidar com o aumento do consumo de energia sem comprometer a estabilidade do fornecimento. No norte do Chile, grandes empresas de tecnologia que instalaram *data centers* tiveram que investir em infraestruturas de energia renovável, especialmente solar, para garantir que a operação não impactasse a rede elétrica local ou dependesse de combustíveis fósseis.

5.7 - Mitigação de impactos locais

Diversos países também estão exigindo que os *data centers* tomem medidas para minimizar os impactos locais nas comunidades vizinhas, como poluição sonora (devido ao funcionamento de geradores e equipamentos de resfriamento), tráfego aumentado durante a construção e operação e uso intensivo de infraestrutura pública. Em Ashburn, na Virgínia, o condado exigiu que grandes empresas de *data centers* contribuíssem para o financiamento de infraestruturas rodoviárias e para a criação de espaços verdes ao redor das instalações, mitigando o impacto estético e de tráfego para as comunidades vizinhas.

6 - Quais seriam os impactos positivos na economia local?

Os *data centers* instalados em países em desenvolvimento podem trazer benefícios. Esses benefícios incluem o possível estímulo a novas indústrias e serviços, melhorias na infraestrutura tecnológica, criação de empregos qualificados, fomento ao empreendedorismo digital, desenvolvimento de novas soluções tecnológicas e provisão local de serviços sofisticados para empresas e governos.

A seguir destacamos alguns dos principais benefícios.

6.1 - Desenvolvimento da infraestrutura digital

A instalação de *data centers* pode levar à expansão da infraestrutura tecnológica em países em desenvolvimento, como redes de fibra óptica, conectividade de internet de alta velocidade e melhoria na infraestrutura de energia.

6.2 - Fortalecimento de ecossistemas de startups e inovação

A presença de *data centers* pode permitir que empresas locais e *startups* se beneficiem de serviços avançados, como computação em nuvem, *big data*, IA e análise de dados, que podem ser críticos para a proteção de dados e o crescimento de novos negócios e o desenvolvimento de inovações.

6.3 - Criação de empregos qualificados

Embora os *data centers* criem pouco empregos, podem contribuir para a criação de empregos qualificados no setor de tecnologia, tanto durante a sua construção quanto na operação e manutenção e em serviços associados. Além disso, essas instalações podem proporcionar demanda por profissionais especializados, como engenheiros de rede, analistas de segurança de dados e técnicos de manutenção.

6.4 - Atração de investimentos e parcerias internacionais

A instalação de *data centers* em países em desenvolvimento pode servir como imãs para investimentos estrangeiros e parcerias internacionais, já que muitas

empresas multinacionais de tecnologia preferem estabelecer suas operações em regiões com infraestrutura digital sólida. Ou seja, os *data centers* podem impulsionar a presença de grandes corporações, *joint ventures* e *clusters* tecnológicos.

6.5 - Efeito multiplicador nas cadeias de fornecimento

Os *data centers* podem gerar demanda para cadeias de fornecimento locais, como materiais de construção, energia, serviços de TI, telecomunicações e serviços auxiliares, como transporte, limpeza e segurança. Essa demanda pode criar oportunidades para empresas locais, impulsionando diferentes setores da economia.

6.6 - Redução da latência e melhoria de serviços locais

A instalação de *data centers* em mercados emergentes pode reduzir a latência em serviços digitais, melhorando a qualidade da internet e aumentando a competitividade dos serviços oferecidos por empresas locais.

6.7 - Fomento à digitalização e inclusão digital

Os *data centers* podem ajudar a fomentar a digitalização de Pequenas e Médias Empresas (PMEs), além de contribuir para a inclusão digital em regiões que estavam à margem da transformação digital. O eventual acesso a serviços de nuvem a preços mais acessíveis e uma maior conectividade podem permitir que PMEs modernizem as suas operações, aumentem a produtividade e expandam os seus mercados.

6.8 - Sustentabilidade e energias renováveis

Em alguns países em desenvolvimento, os *data centers* estão se tornando catalisadores para o desenvolvimento de infraestruturas de energia renovável, já que muitas dessas empresas buscam fontes de energia mais sustentáveis para operar suas instalações. Isso pode beneficiar o país anfitrião, a partir do aumento na capacidade de geração de energias limpas.

Destaca-se que, a despeito dos benefícios potenciais mencionados acima, evidências positivas disponíveis até o momento são limitadas, o que sugere redobrada cautela para não se tirar conclusões precipitadas.

7 - O problema da jurisdição

O tema da jurisdição à qual os *data centers* estão supostamente submetidos é altamente controverso em razão da interseção entre o controle dos dados, a soberania nacional e os interesses das empresas que operam globalmente. Essa questão ganhou especial contorno recentemente no Brasil, quando a Plataforma Social X enfrentou, desrespeitou e desobedeceu a decisões judiciais – situações similares já tinham ocorrido antes em outros países, incluindo desenvolvidos.

Cada vez mais se questionam em nível global o tratamento desigual dado pelo poder público a empresas de *data centers* vis-à-vis às demais companhias. Enquanto estas são obrigadas a cumprir normas locais de diferentes índoles, as plataformas tecnológicas e os *data centers* gozam de um suposto *waiver* que as “libera” de cumprir as normas, o lhes permite, muitas vezes, agir como melhor lhes convém.

A seguir listamos alguns dos motivos que tornam o assunto sensível e desafiador.

7.1 - Soberania dos dados

Os países desenvolvidos buscam, e cada vez mais, que os dados gerados ou armazenados dentro de suas fronteiras estejam sujeitos às suas leis e regulamentos, em especial para proteger a privacidade dos cidadãos, garantir a segurança nacional e controlar informações críticas. Todavia, empresas de *data centers* operam globalmente e transferem dados entre diferentes jurisdições, o que pode criar lacunas legais.

Além disso, os países visam garantir que os seus dados processados em outro território não estejam sob a jurisdição de outro governo ou sejam vulneráveis à espionagem e ao controle externo. A exigência de residência de dados (*data residency*) em certos países, como EUA, União Europeia, China e Rússia, bem reflete essa preocupação.

7.2 - Conflito entre leis nacionais e internacionais

As diferenças nas legislações de proteção de dados e a falta de consenso sobre normas globais podem gerar situações em que um *data center* é obrigado a seguir

leis conflitantes. Um exemplo clássico é a divergência entre as regulamentações de proteção de dados da União Europeia (GDPR) e as demandas de outros governos, como dos EUA, onde a *Patriot Act* e o *Cloud Act* podem obrigar empresas a fornecer dados armazenados fora do país.

Neste sentido, empresas como Microsoft e Google enfrentam dilemas legais quando dados armazenados em países europeus são requisitados por autoridades dos EUA, criando tensões entre a privacidade dos cidadãos e as exigências de segurança do governo norte-americano.

7.3 - Segurança nacional e cibersegurança

Diversos países temem que a operação de *data centers* por empresas estrangeiras, especialmente de grandes corporações de tecnologia, possa representar riscos para a segurança nacional, com potencial manipulação, fraudes e até acesso a dados críticos. Assim, são verificadas preocupações sobre vulnerabilidades em infraestruturas digitais que podem ser exploradas por governos estrangeiros ou *hackers*.

Como exemplo, a chinesa Huawei, que opera em diversas infraestruturas digitais, foi acusada pelos EUA de representar um risco à segurança nacional, levantando questões sobre quem possui o controle sobre as infraestruturas de *data centers* e quais governos podem acessar dados críticos e sob quais justificativas.

7.4 - Impostos e jurisdição fiscal

Os *data centers* que operam em vários países podem tirar proveito das diferenças nos regimes fiscais entre as jurisdições, minimizando a sua contribuição tributária, o que frequentemente é visto como injusto pelos governos locais, em especial os de países emergentes, que alegam que as companhias não contribuem proporcionalmente e devidamente para as economias onde operam.

Assim, os países podem querer tributar os dados e o processamento que ocorrem dentro de seus territórios, enquanto as empresas tentam evitar a tributação e explorar isenções e lacunas fiscais.

Deste modo, disputas surgem quando se discute onde o valor realmente é gerado, se na localidade física dos *data centers* ou na sede da companhia, que pode estar a milhares de quilômetros de distância.

7.5 - Controle público sobre o fluxo de dados

Nota-se que os países buscam regular e controlar o fluxo de dados transfronteiriços para garantir que dados críticos não saiam de suas jurisdições sem aprovação. No entanto, a lógica de operação de muitos *data centers*, como os utilizados por serviços em nuvem, é que os dados são transferidos entre diversos servidores globalmente, de acordo com a alegada eficiência operacional, o que gera grandes desafios ao controle governamental.

A Índia, em sua proposta de lei de proteção de dados, exige que certas categorias de dados sejam armazenadas dentro do país, levantando preocupações sobre o custo e a viabilidade de operação para empresas globais de nuvem.

7.6 - Direitos de acesso a dados

A jurisdição sobre quem tem o direito de acessar dados armazenados em *data centers* é questão controversa, especialmente quando envolve dados pessoais, segredos industriais, informações financeiras ou informações sigilosas. Empresas de tecnologia estão frequentemente no meio de disputas legais sobre se devem fornecer dados em casos de investigações criminais ou de segurança nacional.

O caso da Apple contra o FBI nos EUA, no qual a empresa se recusou a fornecer o acesso a dados encriptados de um iPhone, exemplifica como as companhias resistem a abrir os seus sistemas a governos por receio de comprometer a privacidade dos usuários ou suas políticas de segurança.

7.7 - Localização estratégica

Os países emergentes muitas vezes veem a instalação de *data centers* como uma oportunidade para atrair investimentos e desenvolver a economia digital. Porém, a presença dos *data centers* pode levantar questões sobre a capacidade do governo local de regular essas operações de maneira eficaz, dado o controle remoto exercido por essas empresas internacionais.

A instalação de *data centers* na África por grandes corporações de tecnologia tem gerado debates sobre quem controla os dados e como esses dados podem ser utilizados para fins comerciais e de vigilância ou até mesmo para manipular mercados locais.

7.8 - Implicações geopolíticas

O controle sobre grandes infraestruturas digitais, como os *data centers*, também pode ser analisado no contexto de disputas geopolíticas. A localização de *data centers* em certos países pode ser uma questão altamente sensível, pois pode influenciar o poder de negociação desses governos em arenas internacionais ou até ser utilizado como arma econômica ou de influência política.

A guerra comercial entre EUA e China afetou diretamente as empresas que operam *data centers*, com novas restrições de operação e de transferência de tecnologia e dados, impactando o fluxo de informações entre os dois países e seus aliados.

8 - Afinal, os *data centers* são mesmo grandes exportadores de serviços?

Alega-se que um dos benefícios dos *data centers* é a sua contribuição para o comércio exterior do país por meio da exportação de serviços. Em teoria, os serviços dos *data centers* podem ser contabilizados nas estatísticas de comércio exterior, mas há nuances importantes na forma como aqueles serviços são registrados devido à sua natureza digital e intangível.

8.1 - Classificação como serviços de tecnologia da informação

Os serviços de *data centers* geralmente são classificados no comércio exterior como parte dos serviços de TI e serviços digitais. Esses serviços são transacionados internacionalmente e, portanto, podem, em teoria, aparecer nas estatísticas do comércio de serviços. Por exemplo, quando uma empresa de um dito país utiliza os serviços de um *data center* localizado em outro país (como na computação em nuvem oferecida por AWS, Microsoft Azure ou Google Cloud), essa transação pode ser registrada como parte das exportações de serviços de TI do país onde o *data center* está localizado.

8.2 - Contabilização sob o comércio internacional de serviços

Destaca-se que os serviços digitais fornecidos por *data centers* são contabilizados no comércio internacional de serviços, em vez de serem registrados como exportações de bens.

8.3 - Desafios na contabilização

Existem desafios importantes para a contabilização dos serviços de *data centers* nas estatísticas de comércio exterior devido à sua natureza intangível e à forma como os serviços digitais são prestados.

Na prática, os dados processados podem ser armazenados e manipulados em várias jurisdições, o que dificulta enormemente rastrear onde o valor é gerado e onde os serviços estão sendo "exportados" ou "importados". Como os serviços prestados por *data centers* ocorrem no espaço digital, sem uma movimentação

física de bens, pode ser bastante difícil, ou quase impossível, para governos e agências estatísticas capturarem e registrarem as transações.

Nota-se que as empresas de tecnologia frequentemente dividem as suas operações globais de maneira que podem tornar quase impossível aos governos identificarem onde ocorre a geração de receita e como os serviços são contabilizados. Por exemplo, a cobrança por serviços de *data centers* pode ser realizada a partir de uma sede regional em um terceiro país, sem que o serviço em si seja necessariamente prestado naquele local.

8.4 - Esforços para melhorar a medição

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a Organização Mundial do Comércio (OMC) e outras instituições internacionais estão trabalhando para melhorar a mensuração do comércio de serviços digitais, incluindo os fornecidos por *data centers*. Neste sentido, as estatísticas de comércio estão sendo ajustadas para tentar refletir melhor a economia digital e os fluxos de dados transfronteiriços.

9 - Como é o tratamento dos *data centers* na Organização Mundial do Comércio?

Destaca-se que existe um acordo plurilateral no âmbito da OMC denominado Acordo Geral sobre o Comércio de Serviços (GATS), que estabelece regras para o comércio internacional de serviços, incluindo o setor de *data centers*. Embora o GATS não forneça diretamente vantagens tributárias específicas, o acordo oferece uma estrutura regulatória que pode facilitar o comércio de serviços, incluindo serviços de TI e processamento de dados. Essa estrutura inclui a garantia de acesso a mercado, tratamento não discriminatório, igualdade de condições a empresas nacionais e estrangeiras e *waivers* de regulações mais restritivas. Há, ainda, acordos bi ou plurilaterais que oferecem a possibilidade de incentivos adicionais ou isenções tributárias para *data centers*.

10 - Quais compensações?

Considerando a atratividade e o crescente interesse por instalação de *data centers* no Brasil e a experiência internacional, parece mais que razoável que o país também tenha uma política de compensações.

A seguir, apresenta-se uma proposta de compensação para consideração dos governos e empresas:

- ✓ Destinação de um percentual mínimo fixo da receita bruta anual para pesquisa e desenvolvimento em inteligência artificial em universidades e centros de pesquisa do país. A proposta é de 3%.
- ✓ Capacitação de instituições públicas federais e estaduais de monitoramento do meio ambiente e recursos naturais para emprego e uso de tecnologias avançadas e IA nas suas missões.
- ✓ Adicionalidade de energia renovável. Ofertar, em locais e prazos por definir com o poder público, energia limpa adicional correspondente ao que é utilizado pelo *data center*.
- ✓ Adicionalidade de água. Ofertar, em locais e prazos por definir com o poder público, água adicional correspondente ao que é utilizado pelo *data center*.
- ✓ Utilização de tecnologias de resfriamento inovadoras que reduzam ou eliminem o uso de água.
- ✓ Investir em soluções de economia circular e de reciclagem, eficiência e conservação de recursos energéticos e hídricos.
- ✓ Quando ausentes ou deficientes, financiar a construção de linhas de transmissão, fibras óticas e outras infraestruturas necessárias para a instalação e operação dos *data centers*.
- ✓ Financiamento do fortalecimento das redes elétricas locais, quando necessário.
- ✓ Implementar programas de educação digital, em especial para classes sociais mais vulneráveis.
- ✓ Capacitação de mão de obra local em atividades digitais.

11 - Conclusões

Uma visão cautelosa e estratégica deveria ser adotada no que diz respeito à agenda de investimentos em *data centers* no Brasil. Visões imediatistas e acríticas e que não considerem a experiência e o debate internacional parecem pouco razoáveis e até inaceitáveis.

Países em desenvolvimento como o Brasil, que oferecem condições quase únicas, poderiam ser porto de destino de investimentos em *data centers*, mas desde que todos os aspectos fundamentais sejam levados em conta, de forma que as empresas e a sociedade sejam devidamente beneficiadas. Para isto, é necessária muita transparência e governança.

O poder público e o setor privado deveriam explorar oportunidades e buscar soluções para que se viabilize uma pauta positiva em favor dos negócios e do desenvolvimento econômico, social, tecnológico, territorial e ambiental.



Grupo de Estudos do Setor elétrico

Gesel

Toda a produção acadêmica e científica do GESEL está disponível no site do Grupo, que também mantém uma intensa relação com o setor através das redes sociais Facebook e Twitter.

Destaca-se ainda a publicação diária do IFE - Informativo Eletrônico do Setor Elétrico, editado deste 1998 e distribuído para mais de 10.000 usuários, onde são apresentados resumos das principais informações, estudos e dados sobre o setor elétrico do Brasil e exterior, podendo ser feita inscrição gratuita em <http://cadastro-ife.gesel.ie.ufrj.br>

GESEL – Destacado think tank do setor elétrico brasileiro, fundado em 1997, desenvolve estudos buscando contribuir com o aperfeiçoamento do modelo de estruturação e funcionamento do Setor Elétrico Brasileiro (SEB). Além das pesquisas, artigos acadêmicos, relatórios técnicos e livros – em grande parte associados a projetos realizados no âmbito do Programa de P&D da Aneel – ministra cursos de qualificação para as instituições e agentes do setor e realiza eventos – work shops, seminários, visitas e reuniões técnicas – no Brasil e no exterior. Ao nível acadêmico é responsável pela área de energia elétrica do Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento do Instituto de Economia (PPED) do Instituto de Economia da UFRJ

ISBN: 978-65-86614-95-4

SITE: gesel.ie.ufrj.br

LINKEDIN: [linkedin.com/company/gesel-grupo-de-estudos-do-setor-elétrico-ufrj](https://www.linkedin.com/company/gesel-grupo-de-estudos-do-setor-elétrico-ufrj)

INSTAGRAM: [instagram.com/geselufrj](https://www.instagram.com/geselufrj)

FACEBOOK: [facebook.com/geselufrj](https://www.facebook.com/geselufrj)

TWITTER: twitter.com/geselufrj



ENDEREÇO:

UFRJ - Instituto de Economia,
Campus da Praia Vermelha.

Av. Pasteur 250, sala 226 - Urca.
Rio de Janeiro, RJ - Brasil.
CEP: 22290-240