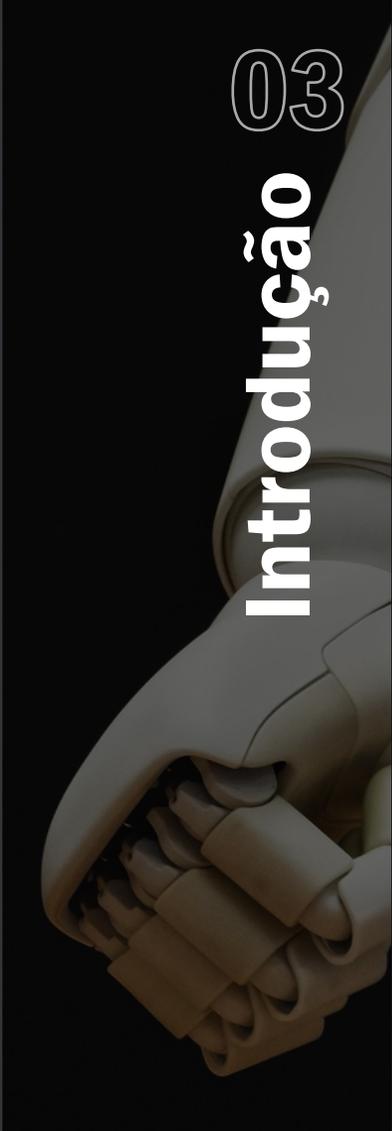


WHITE PAPER

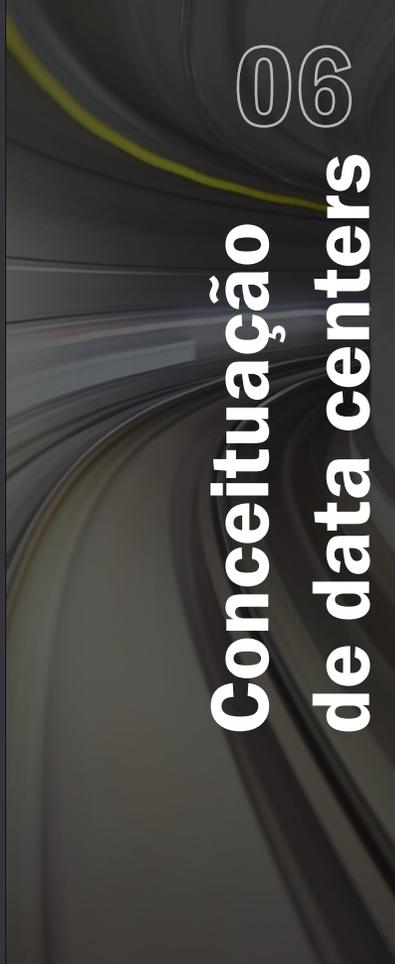
# DATA CENTERS NO BRASIL

Perspectivas, Oportunidades e Desafios

# Conteúdo

The slide features a close-up of a hand in a white protective glove, with the fingers curled as if holding something. The background is dark and slightly blurred.

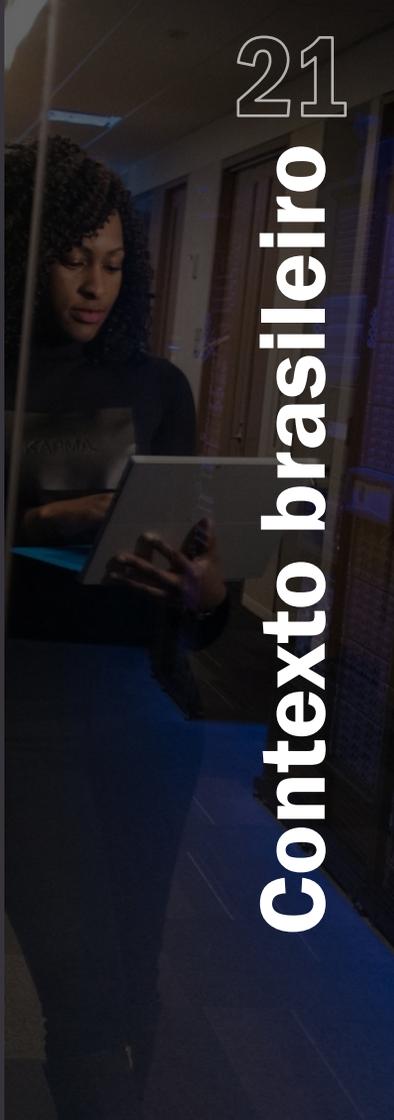
**Introdução** 03

The slide shows a network of glowing blue and yellow fiber optic cables against a dark background, with a white padlock icon in the lower right corner.

**Conceituação** 06  
**de data centers**

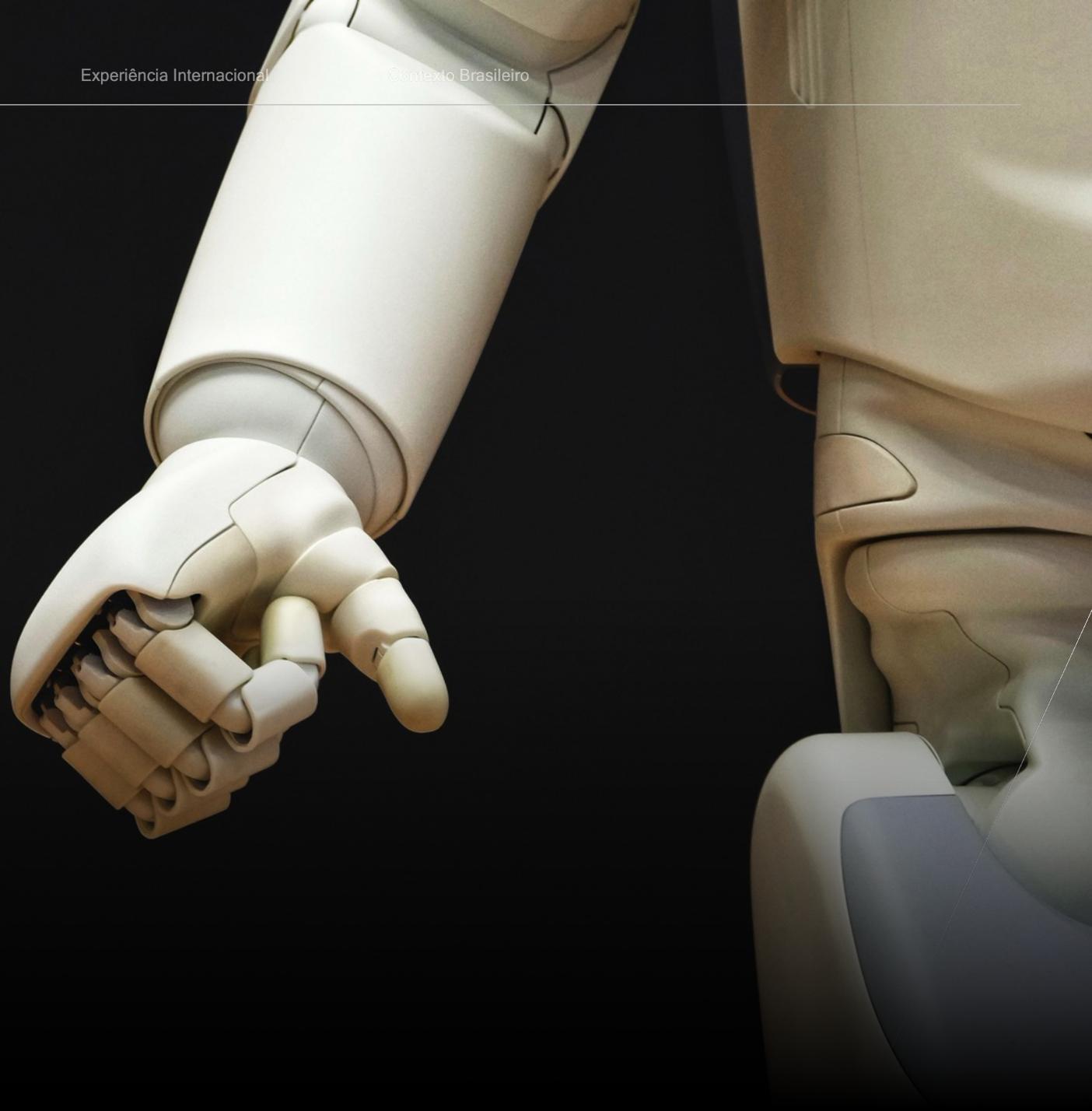
The slide depicts a woman with curly hair looking at a tablet in a modern office setting. The background is dark with some blurred lights.

**Experiência** 11  
**internacional**

The slide shows a woman in a dark top looking at a tablet, similar to the previous slide, but with a different background lighting and composition.

**Contexto brasileiro** 21

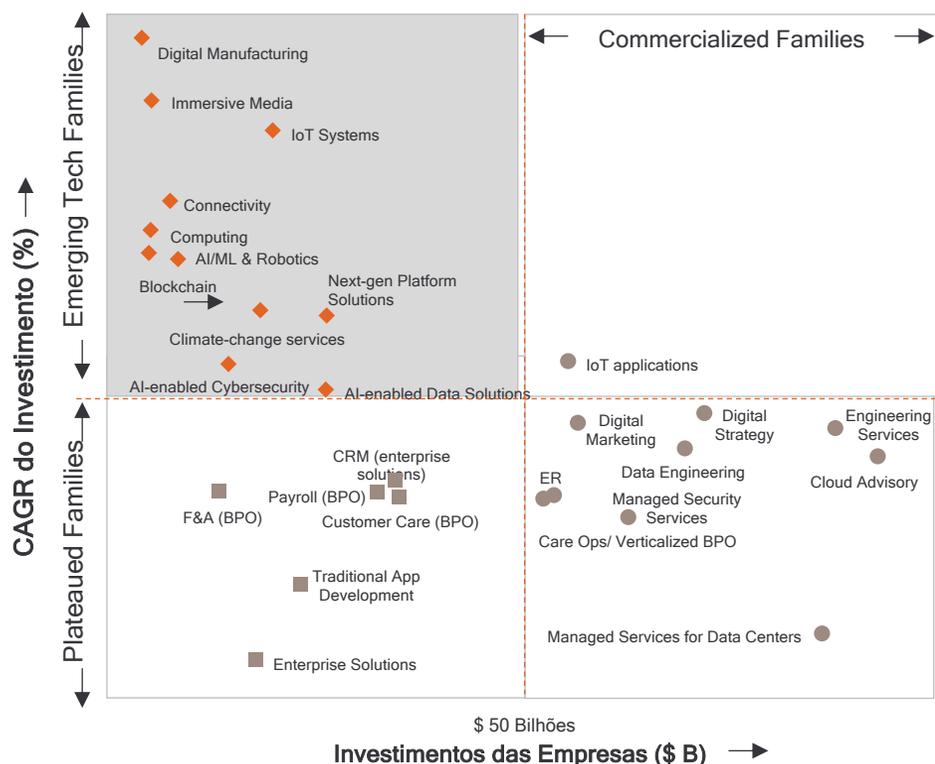
# Introdução



# Tecnologias relacionadas a IA e aprendizado de máquina estão em um ponto de inflexão, com potencial disruptivo de mercado

Tecnologias mapeadas e com alto potencial de disruptão de mercado

Famílias de tecnologia segmentadas em 3 categorias com base nos investimentos das empresas e na evolução desses custos



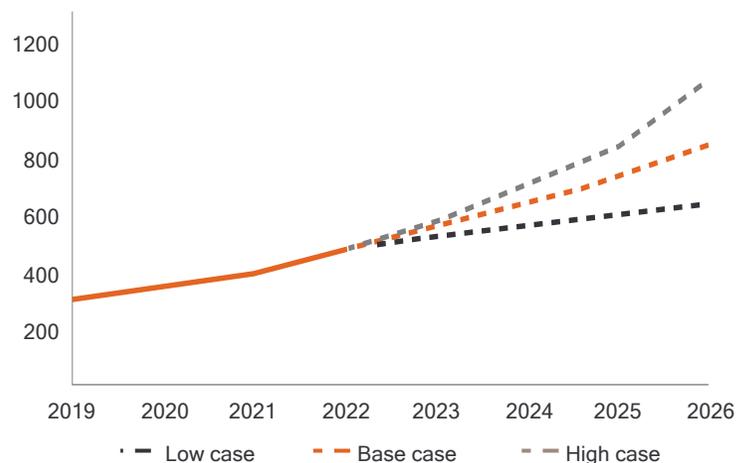
## 28 temas de tecnologias emergentes em 11 famílias de tecnologias (Across innovate & Incubate stages)

- 1 **Digital Manufacturing [1]**
  - 3D Printing
- 2 **Immersive Media [2-4]**
  - AR & VR
  - Metaverse
  - Haptics
- 3 **IoT Systems & Platforms [5-6]**
  - Outdoor Location
  - Intelligence
  - Sensor Technology
- 4 **Connectivity [ 7-9]**
  - 5G/6G
  - Wireless Low Power
  - Networks
  - Space Tech
- 5 **Next-gen Computing [10-12]**
  - Quantum Computing
  - Edge Computing
  - Cognitive Computing
- 6 **Blockchain [13-14]**
  - Distributed Ledger Tech
  - Web 3.0
- 7 **AI/ML & Robotics [15-21]**
  - Autonomous Driving
  - Deep Learning
  - Smart Robots
  - Computer Vision
  - Conversational AI
  - Virtual Agents/Chatbots
  - Gesture Recognition
- 8 **Climate-change Services [22]**
  - Sustainability Tech
- 9 **Next-gen Platform Solutions [23-24]**
  - Industry Cloud
  - Serverless Computing
- 10 **AI-enabled Cybersecurity [25-26]**
  - Zero Trust Model
  - Intrusion Detection and Prevention
- 11 **AI-enabled Data Solutions [27-28]**
  - Autonomous Analytics
  - Behavioral Modeling



## A demanda de eletricidade para atendimento aos data centers pode dobrar até 2026

**Demanda global de eletricidade: data centers, IA e criptomoedas**  
(Projeção 2019-2026, em TWh)



### Comentários:

Data centers, criptomoedas e inteligência artificial (IA) consumiram cerca de 460 TWh de eletricidade em 2022, equivalente a 2% do consumo global total. Data centers são elementos críticos na digitalização, junto com a infraestrutura elétrica conectada a eles.

A demanda de eletricidade dos data centers é concentrada basicamente em dois processos: i) o processo de processamento computacional (responsável por aproximadamente 40% da demanda de energia elétrica) e ii) o processo de resfriamento (também responsável por 40% da demanda de energia elétrica). Os 20% remanescentes são devidos a equipamentos de suporte de TI.

Tendências futuras da evolução de data centers são direcionadas por fatores como avanços tecnológicos e a própria evolução dos serviços digitais. Nesse sentido, dependendo do grau de implementação, melhorias de eficiência energética e das tendências das criptomoedas e da inteligência artificial, a projeção de consumo adicional pode variar de forma significativa entre 160 TWh a 590 TWh até 2026 (uma Suécia até uma Alemanha em consumo de eletricidade).

# Conceituação de Data Centers

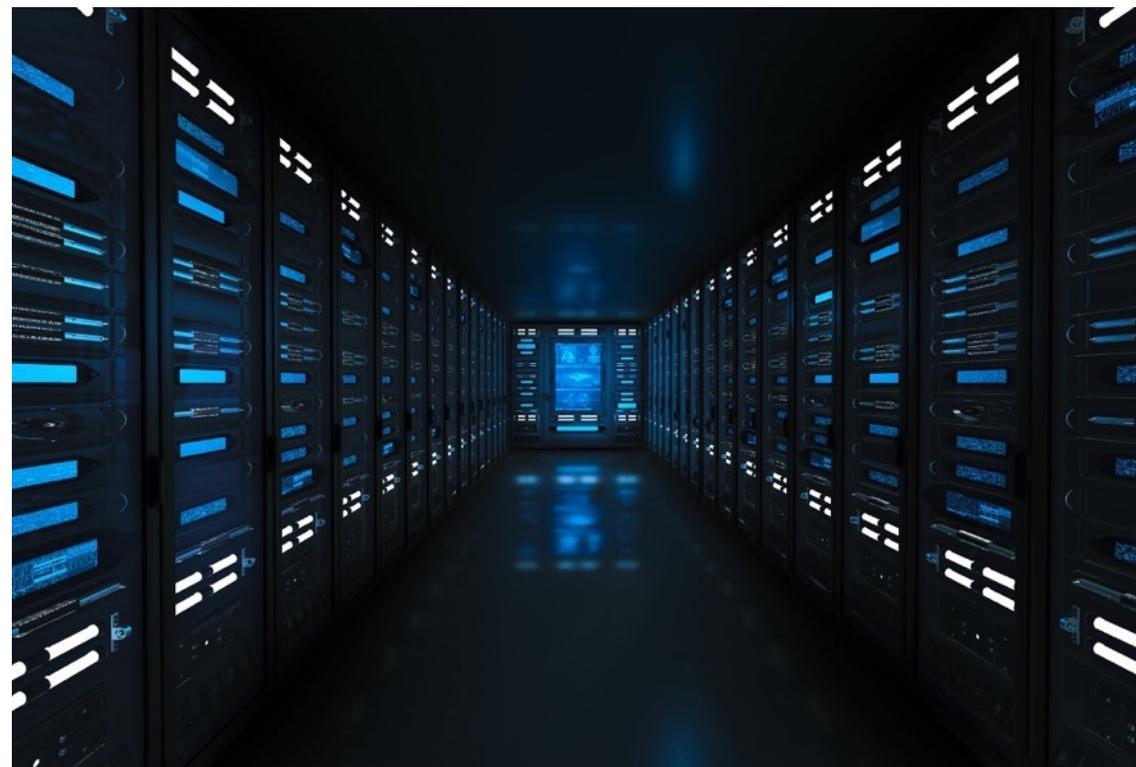
## Os data centers são o *backbone* do mundo digital, fornecendo a infraestrutura para armazenar e processar as enormes quantidades de dados gerados todos os dias. À medida que a dependência da tecnologia cresce, aumenta também a importância dos data centers

Os data centers são grandes instalações que abrigam sistemas de computadores e componentes associados, como sistemas de telecomunicações e armazenamento. O principal objetivo de um data center é armazenar, processar e gerenciar as enormes quantidades de dados gerados pelo nosso mundo digital cada vez mais conectado. Os data centers são o backbone da sociedade moderna, sustentando uma ampla gama de serviços e aplicativos digitais, desde plataformas de redes sociais e sites de comércio eletrônico até computação em nuvem e inteligência artificial.

Em essência, os data centers são a manifestação física da internet, fornecendo a infraestrutura necessária para a transmissão e o armazenamento de dados digitais. Eles permitem que organizações coletem, armazenem e processem dados em grande escala, algo crítico para suas operações e

processos de tomada de decisão. Os data centers também são vitais para o funcionamento de governos e outras instituições públicas, pois fornecem a infraestrutura necessária para serviços essenciais, como saúde, educação e sistemas de resposta a emergências.

De forma geral, os data centers desempenham um papel crucial no funcionamento do nosso mundo digital, possibilitando o processamento, armazenamento e transmissão de dados que sustentam nossas vidas diárias e impulsionam o crescimento econômico.



## A evolução dos data centers remonta aos primeiros dias da computação, quando grandes computadores mainframe exigiam salas dedicadas para abrigar os sistemas complexos

Nos primeiros dias, os data centers eram frequentemente propriedade de empresas individuais e operados por elas, com design e layout adaptados às necessidades específicas dessas organizações. À medida que o poder de computação e as exigências de armazenamento de dados aumentaram, a necessidade de data centers maiores e mais eficientes também cresceu.

No final da década de 1990 e início dos anos 2000, o surgimento de gigantes da internet, como Google, Amazon e Facebook, inaugurou uma nova era no design de data

centers. Essas empresas precisavam de enormes quantidades de poder de computação e capacidade de armazenamento para sustentar seus negócios em rápido crescimento. Elas desenvolveram designs inovadores para data centers, priorizando eficiência energética, escalabilidade e confiabilidade, o que levou ao desenvolvimento dos data centers modernos.

Atualmente, os data centers continuam a evoluir, impulsionados pela necessidade de infraestrutura mais eficiente, confiável e sustentável para lidar com a explosão de

dados digitais. A adoção de tecnologias como computação em nuvem e computação de borda está transformando a forma como os data centers são projetados e operados, e inovações como resfriamento a líquido e fontes de energia renovável estão se tornando mais comuns.

De forma geral, a evolução dos data centers reflete o ritmo acelerado das mudanças tecnológicas em nosso mundo digital, à medida que as organizações buscam se manter à frente na gestão e processamento das enormes quantidades de dados gerados por um mundo cada vez mais conectado.

### Principais marcos da evolução dos data centers

1946	1965	1983	1995	1998	2002	2004	2011	2013	2020
O primeiro computador eletrônico de propósito geral, o ENIAC, é concluído e exige uma sala dedicada para abrigar seu tamanho enorme.	A IBM apresenta o System/360, uma família de computadores mainframe que exigiam instalações especiais para abrigá-los e mantê-los.	O Sistema de Nomes de Domínio (DNS) é introduzido, permitindo que os usuários da internet acessem sites usando nomes de domínio legíveis para humanos.	O boom das empresas ponto-como começa, levando a uma explosão de negócios baseados na internet e à necessidade de armazenamento e processamento de dados em larga escala.	O Google lança seu mecanismo de busca, que exige um poder de computação enorme para indexar e pesquisar o crescente número de páginas da web.	Amazon Web Services (AWS) is launched, introducing cloud computing to the world and transforming the way data centers are designed and operated.	A Amazon Web Services (AWS) é lançada, introduzindo a computação em nuvem ao mundo e transformando a forma como os data centers são projetados e operados.	O Open Compute Project é lançado pelo Facebook, promovendo designs de hardware para data centers de código aberto para melhorar a eficiência e reduzir custos.	O Google apresenta seu primeiro data center com refrigeração líquida, marcando uma inovação significativa no design de data centers e na eficiência energética.	A pandemia de COVID-19 impulsiona um aumento nos serviços digitais, destacando a importância crítica dos data centers no suporte ao nosso mundo cada vez mais conectado.

Basicamente, os data centers são compostos por um grande número de racks, que, por sua vez, são compostos por vários servidores



### Servidores

Os servidores são os pilares do data center, executando uma ampla gama de tarefas de computação, como armazenamento de dados, processamento e gerenciamento de redes. Esses servidores estão disponíveis em diversos formatos e tamanhos, desde servidores blade e servidores montados em rack até mainframes de grande escala.



### Racks

Os racks são a estrutura que suporta os servidores em um data center. Normalmente feitos de metal, eles são projetados para acomodar uma variedade de tamanhos e configurações de servidores. Os racks são desenvolvidos para maximizar o fluxo de ar e a refrigeração, além de proporcionar fácil acesso aos servidores para manutenção e atualizações.



### Data Center

Formado pela junção de vários racks.



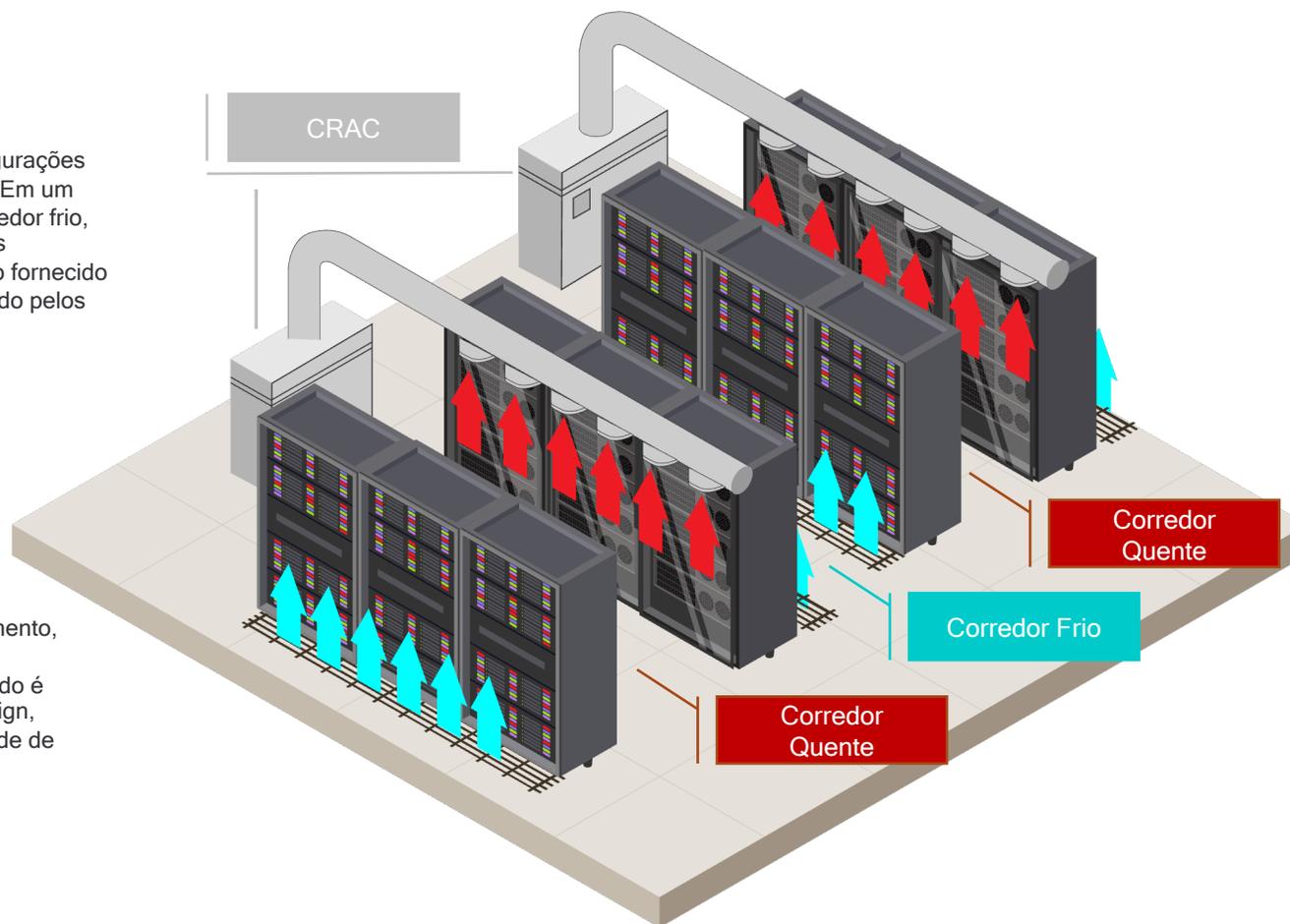
## Um aspecto importante que deve ser considerado quando do projeto e construção de data centers é referente à refrigeração

### Corredores de Ar

Para otimizar a eficiência do resfriamento, os data centers frequentemente utilizam configurações de corredores quentes e frios. Em um layout de corredor quente/corredor frio, os racks são dispostos em filas alternadas, com o ar frio sendo fornecido pelos corredores frios e exaurido pelos corredores quentes.

### Piso Elevado

Os data centers geralmente possuem pisos elevados, que oferecem espaço para cabeamento, refrigeração e distribuição de energia. A altura do piso elevado é um aspecto importante do design, pois pode impactar a quantidade de espaço disponível para os equipamentos e o fluxo de ar.



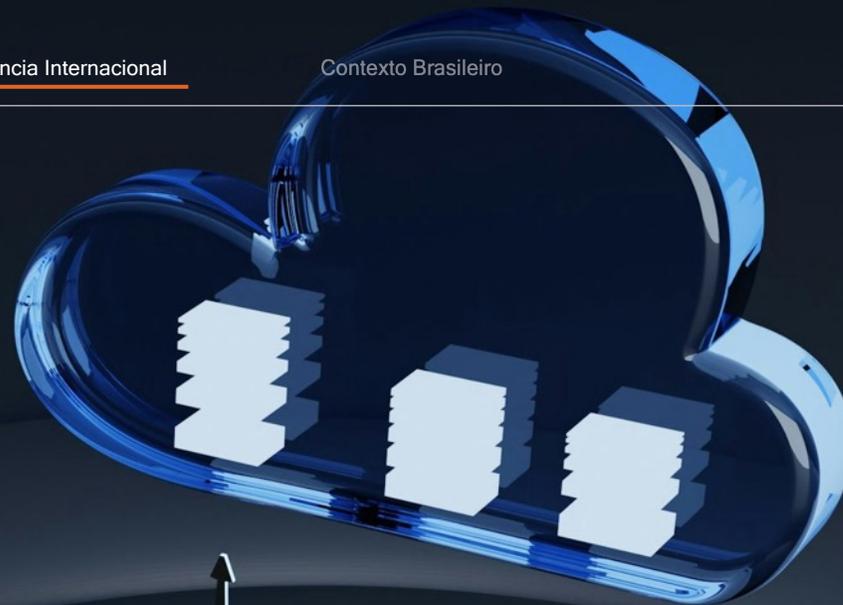
### Corredor Frio

Em uma configuração de corredor frio, as frentes dos servidores ficam voltadas umas para as outras, criando um corredor de entrada de ar frio separado do corredor de exaustão de ar quente, localizado atrás dos servidores. Essa disposição garante que o ar frio seja direcionado diretamente para os equipamentos, enquanto o ar quente é exaurido para longe dos servidores. Isso ajuda a manter uma temperatura consistente e fresca dentro do data center, o que é essencial para o funcionamento adequado dos equipamentos.

### Corredor Quente

Em uma configuração de corredor quente, as partes traseiras dos servidores ficam voltadas umas para as outras, criando um corredor de exaustão de ar quente separado do corredor de entrada de ar frio localizado na frente dos servidores. Essa disposição garante que o ar quente gerado pelos equipamentos seja removido de forma eficiente do data center, ajudando a manter uma temperatura consistente e fresca tanto nos equipamentos quanto no data center como um todo.

# Experiência Internacional



## Existem diferentes modalidades de Data Centers e distintas estratégias de expansão

Modalidades de Data Centers	Porte em MW	Características e serviços	Pontos de atenção	
Hyperscale	10 a 100 MW	Grandes instalações, operadas por grandes empresas de tecnologia para suportar plataformas de serviço como mídia social, motores de busca, e-commerce, Realidade Virtual, Inteligência Artificial e Machine Learning.	Data Centers de grande escala, operados por empresas como Google, Amazon, Microsoft. Projetados para lidar com vastas quantidades de dados e oferecer serviços de alta performance.	Alto consumo de energia, Grande impacto ambiental. Necessita de grandes terrenos e Custos iniciais elevados para construção e manutenção.
Cloud	5 a 50 MW	Infraestruturas construídas e operadas por empresas de nuvem que fornecem serviços de computação como serviço (XaaS) com alta disponibilidade e baixa latência.	Data Centers que oferecem serviços de computação em nuvem, permitindo que empresas utilizem infraestrutura de TI conforme necessário, sem necessidade de manutenção própria.	Dependência de provedores externos, preocupações com a segurança e privacidade dos dados e latência pode ser um problema em algumas regiões.
Collocation	1 a 25 MW	Centros de dados onde o espaço, energia e resfriamento são vendidos para múltiplos clientes, suportando tanto empresas de nuvem quanto de hyperscale, além de clientes empresariais.	Data Centers que alugam espaço, energia, refrigeração e segurança para outras empresas que instalam seus próprios equipamentos.	Menor controle sobre a infraestrutura. Custos variáveis com base no uso. Necessidade de se adaptar às políticas e restrições do provedor.
Enterprise	0,5 a 10 MW	Centros de dados de propriedade e operados por empresas para suportar suas próprias operações e serviços de TI, podendo ser no local ou fora do local.	Data Centers próprios de empresas, usados exclusivamente para suportar operações internas.	Altos custos de construção e manutenção. Necessidade de pessoal especializado. Escalabilidade limitada em comparação com outras opções.

## A latência é um dos aspectos críticos na determinação da localização de um Data Center

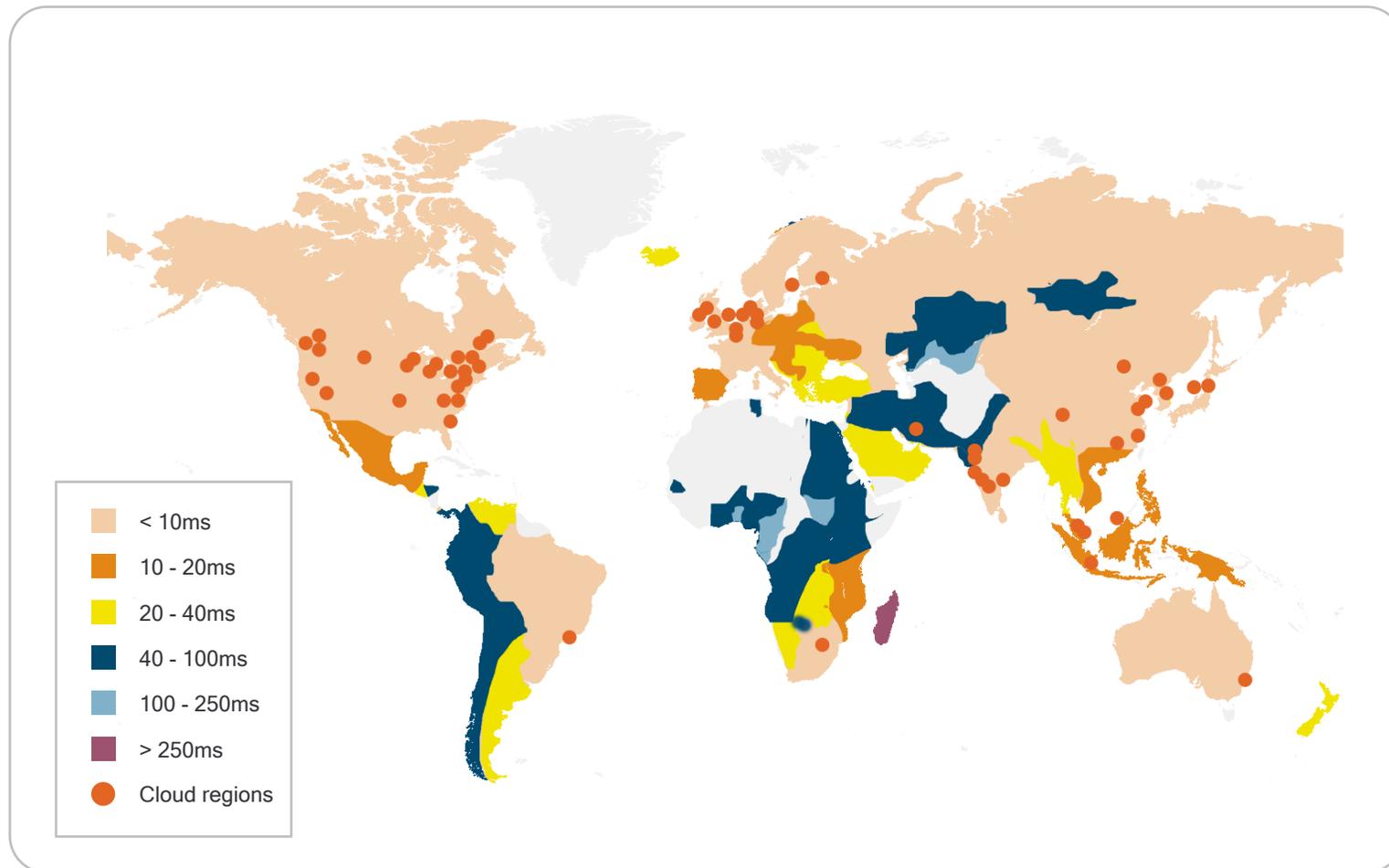
A localização dos data centers é estrategicamente influenciada pela latência, um fator crucial para o desempenho de aplicações avançadas, como IA e redes 5G. Latência refere-se ao tempo de atraso na transmissão de dados, que aumenta conforme a distância entre o data center e o usuário.

Para minimizar esse atraso e melhorar o desempenho, data centers são construídos próximos a centros de demanda, como grandes cidades e polos industriais.

Em termos globais, Europa e América do Norte têm as melhores latências, com 80% dos usuários nesses locais acessando data centers em menos de 20 ms, o que atende aos requisitos de aplicativos que precisam de latência perceptível.

A Oceania também apresenta bom desempenho, com a maioria dos usuários conseguindo acesso dentro de 50 ms. Por outro lado, África e América Latina possuem as latências mais elevadas devido à infraestrutura de rede limitada e à menor presença de data centers.

Nessas regiões, a latência de acesso ao cloud geralmente excede os 100 ms, dificultando o uso de aplicativos que exigem baixa latência, como streaming de alta qualidade e automação em tempo real..



## A energia elétrica segura, estável e de baixa emissão é outro aspecto importante na determinação da localização de um Data Center

Além disso, outros fatores influenciam na proximidade na localização de Data Centers: energia elétrica estável e com baixa emissão de gases de efeito estufa, proximidade da rede elétrica, infraestrutura de TI e comunicação, capacidade de Expansão, ambiente amigável de negócios, relações com a comunidade, segurança geopolítica e temperatura externa.

Nos EUA, os custos de energia variam conforme a região e tecnologias de resfriamento, sendo mais baixos em Oregon e Texas, e mais altos na Virgínia e Nova York. Com o dólar a R\$ 5,06, esses custos vão de R\$ 169 a R\$ 396/MWh. No Brasil, o preço médio do mercado livre é cerca de R\$ 250/MWh. [3-4]

Home News Sport Business Innovation Culture Arts Travel Earth Video Live

### Microsoft chooses infamous nuclear site for AI power

20 September 2024
Share < Save +

**Natalie Sherman**  
BBC News

America's Three Mile Island energy plant, the site of the worst nuclear accident in US history, is preparing to reopen as Microsoft looks for ways to satisfy its growing energy needs.

The tech giant said it had signed a 20-year deal to purchase power from the Pennsylvania plant, which would reopen in 2028 after improvements.

The agreement is intended to provide the company with a clean source of energy as power-hungry data centres for artificial intelligence (AI) expand.

The plan will now go to regulators for approval.

## A experiência internacional sinaliza diversos critérios na determinação das localidades para implantação de Data Centers



Critério	Características
<b>Energia renovável</b>	A disponibilidade de fontes de energia renovável e de baixo custo é crucial para a operação eficiente e sustentável dos data centers.
<b>Baixa Temperatura</b>	Locais com climas frios podem ajudar a reduzir os custos de resfriamento dos data centers, já que o ar ambiente pode ser usado para manter os servidores em temperaturas ideais.
<b>Proximidade da rede elétrica</b>	A proximidade e a confiabilidade da rede elétrica garantem uma fonte de energia constante e estável, minimizando o risco de interrupções.
<b>Infraestrutura de TI e Comunicação</b>	Acesso a uma infraestrutura robusta de tecnologia da informação e comunicação, incluindo conexões de internet de alta velocidade e redundância de rede, é essencial para o desempenho e a continuidade dos serviços.
<b>Capacidade de Expansão</b>	A possibilidade de expansão futura é importante para acomodar o crescimento das necessidades de armazenamento e processamento de dados.
<b>Ambiente Amigável de Negócios</b>	Benefícios fiscais oferecidos por governos locais ou regionais podem reduzir significativamente os custos operacionais e de construção dos data centers.
<b>Relações com a comunidade</b>	Análise dos impactos positivos e negativos na dinâmica econômica e social da cidade, bem como no desenvolvimento de recursos humanos.
<b>Segurança Geopolítica</b>	A estabilidade política e a segurança geopolítica do local são fundamentais para garantir a proteção dos dados e a continuidade dos negócios.

Fonte: Thymos Energia a partir de Best Practices Guide for Energy-Efficient Data Center Design (2024). Revisado por Otto Van Geet e David Sickinger, National Renewable Energy Laboratory (NREL). Disponível em: DOE/NREL.

## Oregon, Texas, Virginia e Nova York são os estados com os menores custos de energia para Data Centers



Região	Oregon	Texas (Oeste)	Virginia	Nova York
	<p>Clima ameno permite "<i>free cooling</i>", reduzindo o uso de ar-condicionado, aliado à abundante energia hidrelétrica, que fornece eletricidade de baixo custo e sustentável.</p>	<p>Líder em energia eólica e solar, com um mercado desregulado que gera competitividade e baixos custos para data centers. Tecnologias híbridas aumentam a eficiência e confiabilidade do fornecimento.</p>	<p>Maior centro de data centers dos EUA, com incentivos fiscais e tecnologias de contenção de calor que otimizam o consumo energético. Dominion Energy oferece eletricidade a preços competitivos.</p>	<p>Incentivos para uso de energia renovável (eólica e solar) e tecnologias avançadas de resfriamento ajudam a reduzir custos e aumentar a eficiência energética.</p>
Custo médio por kWh	\$0,03 - \$0,04	\$0,04 - \$0,05	\$0,05 - \$0,06	\$0,06 - \$0,07
R\$/MWh	169-226	226-283	283-339	339-396
Tecnologia de resfriamento	Resfriamento evaporativo e " <i>free cooling</i> "	Resfriamento híbrido solar/eólico	Contenção de corredores, resfriamento direto	Resfriamento mecânico e <i>free cooling</i> parcial
Fonte			Diversos	

## A rápida expansão representa um desafio significativo para os operadores de rede elétrica

A incerteza da carga, especialmente com a rápida expansão de data centers, representa um desafio significativo para operadores de redes elétricas que precisam garantir capacidade suficiente para atender à demanda futura.

No caso do PJM, que abrange uma área de grande concentração de data centers, espera-se que esses centros consumam dezenas de gigawatts adicionais nos próximos anos, com projeções que apontam para um aumento de cerca de 8 GW de carga relacionada apenas a data centers na próxima década.

Com o avanço de tecnologias como inteligência artificial e criptomoedas, que demandam ainda mais energia, a carga total na rede pode crescer de maneira imprevisível, dificultando o planejamento de capacidade.

Para mitigar esses riscos, o PJM e outros operadores utilizam estratégias de leilão de capacidade e métodos de monitoramento para acompanhar a demanda e ajustar as previsões de carga em tempo real.

Esses leilões asseguram que o sistema possa responder a aumentos de carga de forma ágil, proporcionando contratos antecipados que incentivam investimentos em capacidade adicional.

No entanto, com o potencial de crescimento de até 10 GW impulsionado pelos data centers, torna-se necessário não apenas expandir a infraestrutura, mas também integrar soluções de armazenamento de energia e recursos de resposta da demanda para lidar com flutuações repentinas, garantindo que a rede mantenha sua estabilidade e confiabilidade.

## Exelon's 'high probability' data center load has nearly doubled to 11 GW, CEO says

Meanwhile, the PJM Interconnection's plan to delay an upcoming capacity auction "sends a clear message that [market] reform is definitely needed," CEO Calvin Butler said.

Published Oct. 31, 2024



Ethan Howland  
Senior Reporter



Exelon's utilities plan for 11 GW in data center load amid concerns about adequate power supplies in the PJM Interconnection, company officials said during an Oct. 30, 2024, earnings conference call. *SBWorldphotography via Getty Images*

## Devido ao crescimento do segmento dos Data Centers, os operadores de rede passaram a criar procedimentos especiais para esse segmento

Operador de rede elétrica	Principais estados atendidos	Principais Fabricantes	Descrição
<b>PJM Interconnection</b>	Virgínia, Pensilvânia, Ohio, Illinois	Amazon Web Services (AWS), Equinix, Microsoft Azure	PJM é um dos maiores operadores de rede elétrica dos EUA, suportando muitos data centers na Costa Leste, especialmente na Virgínia, um dos maiores hubs de data centers do mundo.
<b>California ISO (CAISO)</b>	Califórnia	Google Cloud, Equinix, Digital Realty	O CAISO fornece energia para data centers na Califórnia, onde a demanda por energia é alta devido à grande concentração de empresas de tecnologia.
<b>Electric Reliability Council of Texas (ERCOT)</b>	Texas	CyrusOne, Digital Realty, Microsoft Azure	ERCOT gerencia a rede elétrica independente do Texas, uma região em rápido crescimento em infraestrutura de data centers, devido à sua independência energética e incentivos fiscais.
<b>Midcontinent Independent System Operator (MISO)</b>	Illinois, Michigan, Indiana	IBM Cloud, Equinix, Switch, Inc.	MISO opera no centro dos EUA e fornece energia para data centers em Illinois e Michigan, locais estratégicos para interconexão no meio-oeste americano.
<b>New York ISO (NYISO)</b>	Nova York	Digital Realty, Equinix, IBM Cloud	NYISO é responsável pela rede elétrica do estado de Nova York, com vários data centers críticos em Nova York e arredores para suporte à indústria financeira e de tecnologia.
<b>Southwest Power Pool (SPP)</b>	Kansas, Oklahoma, Arkansas	Google Cloud, Iron Mountain Data Centers	SPP atende estados do centro-sul dos EUA e alimenta uma crescente infraestrutura de data centers, atraindo empresas de tecnologia por sua estabilidade de rede.
<b>ISO New England (ISO-NE)</b>	Massachusetts, Connecticut, Maine	Iron Mountain, Equinix	ISO-NE atende a região da Nova Inglaterra, com uma rede de data centers apoiada pela demanda de empresas financeiras e de TI no nordeste.
<b>Bonneville Power Administration (BPA)</b>	Washington, Oregon	Google Cloud, Amazon Web Services (AWS)	BPA opera no noroeste dos EUA, fornecendo energia hidrelétrica para data centers sustentáveis em Washington e Oregon, regiões de alta conectividade.
<b>Tennessee Valley Authority (TVA)</b>	Tennessee, Alabama, Kentucky	Facebook Data Centers, Google Cloud	TVA fornece energia para data centers em uma área tradicionalmente industrial, agora com grande crescimento em infraestrutura digital.
<b>NV Energy (parte de Berkshire Hathaway)</b>	Nevada	Switch, Inc., Google Cloud	NV Energy atende o estado de Nevada, onde data centers de alta capacidade e eficiência energética estão localizados em Las Vegas e Reno.

## Os principais fornecedores de Data Centers localizam-se em vários países do globo

Operador de Rede Elétrica / Empresa	Número Aproximado de Data Centers	Localizações Principais	Descrição
Equinix	240+	América do Norte, Europa, Ásia-Pacífico, América Latina	Líder mundial em interconexão de data centers, com foco em rede elétrica sustentável.
Digital Realty	300+	EUA, Europa, Ásia	Operador com uma das maiores infraestruturas globais de data centers.
Amazon Web Services (AWS)	100+	Global (Norte América, Europa, Ásia)	Rede robusta de data centers interconectados, com fontes de energia renovável.
Microsoft Azure	200+	EUA, Europa, Ásia, Oceania	Investimento em sustentabilidade e eficiência energética.
Google Cloud	30+	EUA, Europa, América Latina, Ásia	Operação com foco em energia renovável e alta eficiência.
NTT Communications	130+	Japão, Europa, EUA, Sudeste Asiático	Operador asiático com foco em data centers de baixa emissão.
IBM Cloud	60+	Global (EUA, Europa, Ásia)	Data centers integrados com redes elétricas seguras e eficientes.
Telefónica (Movistar)	20+	América Latina, Europa	Operador europeu com foco em inovação e energia eficiente.
Atos	15+	Europa, EUA	Investimento em redes elétricas verdes para data centers.
China Telecom	400+	China, Sudeste Asiático, EUA	Extensa infraestrutura na Ásia, com iniciativas verdes crescentes.

## Após um período de fortes incentivos aos Data Centers nos EUA, percebe-se um “efeito rebote”

**Empregos:** Data centers são altamente automatizados, gerando poucos empregos diretos – geralmente entre 5 e 30 por instalação, enquanto fábricas ou centros corporativos empregam centenas. Isso reduz o impacto econômico direto para a comunidade local.

**Infraestrutura:** O alto consumo de energia dos data centers exige upgrades constantes na infraestrutura, elevando custos para contribuintes e outros consumidores de energia, o que gera debates sobre a justiça dessa alocação de custos.

**Pressão Política:** Diante de críticas sobre os baixos retornos econômicos frente aos custos, estados como Virgínia e Geórgia estão reavaliando incentivos para data centers. Novas legislações buscam limitar o uso de recursos públicos e aumentar a transparência sobre o impacto real desses empreendimentos.

**Incentivos Fiscais:** Estados concedem incentivos, como isenções fiscais, para atrair data centers, promovendo arrecadação e infraestrutura. No entanto, devido ao baixo impacto na geração de empregos, alguns estados revisam essas políticas para equilibrar melhor custos e benefícios.

**Conexão à Rede:** A expansão dos data centers aumenta a demanda de energia, sobrecarregando a infraestrutura de transmissão e exigindo upgrades caros. Dividir esses custos entre todos os consumidores é delicado, tornando essencial a coordenação entre governos, reguladores e empresas para equilibrar crescimento e sustentabilidade.



# Contexto Brasileiro



O Brasil possui um ambiente de negócios dinâmico, com uma matriz elétrica composta predominantemente por fontes renováveis, com destaque para a hidráulica, eólica e solar fotovoltaica

- O Brasil está entre os TOP-20 em PIB, possui um ambiente de negócios dinâmico e é o sexto maior mercado de energia do mundo, com 87 milhões de clientes e receita anual de energia estimada em 200 bilhões de reais.
- A hidreletricidade possui um papel importante no perfil de geração e na manutenção da operação do sistema elétrico.
- Nos últimos anos, a matriz elétrica tem sido expandida majoritariamente via fontes eólica e solar.

Principais números

BRASIL

Área  
**8.515.770 Km<sup>2</sup>**

População  
**220,05 Milhões**

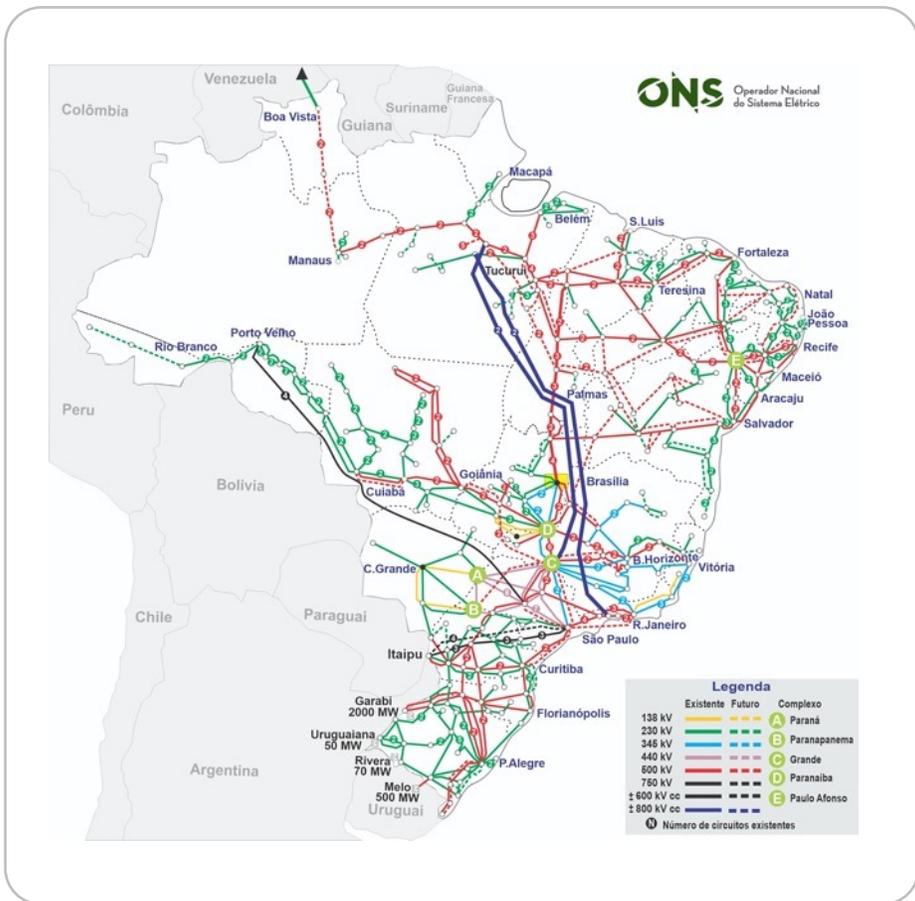
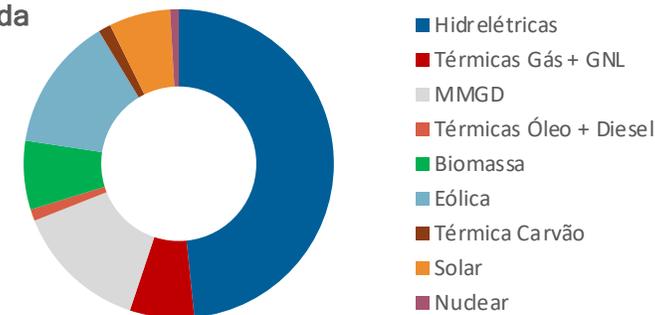
GDP 2023  
**US\$ 4,016 Trilhão**

GDP 2023 per capita  
**US\$ 18.600**

SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA

Capacidade instalada  
**222,6 GW**

Consumo  
**614 TWh**



Atualmente o país possui mais de 130 Data Centers e, diante o cenário de crescimento desse segmento, apresenta grande potencial de aumento deste tipo de instalação em território nacional

Instalações data centers no Brasil



Comentários:

O cenário de crescimento desse novo nicho de consumidores revela uma excelente oportunidade para agentes de geração e de comercialização.

Mas para aproveitar essa oportunidade em sua potencialidade máxima, esses agentes precisarão tomar decisões com base em análises antecipadas, considerando, por exemplo:



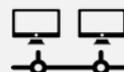
Modelos paramétricos de previsão de crescimento de consumo por estado



Consideração de premissas de novas políticas de incentivo voltadas a data centers



Cenários de eficiência energética de componentes utilizados em racks de data centers, em especial em relação às unidades de refrigeração



Cenários de estratégia na gestão de processamento e armazenamento de dados, como por exemplo, a virtualização



Estratégia de atuação dos principais players no segmento de data centers

## O cenário futuro, por enquanto, indica a solicitação de conexão à Rede Básica de 9 GW de cargas de data center

### Demanda de Energia

(Solicitações de conexão até 2035 - Data Centers)

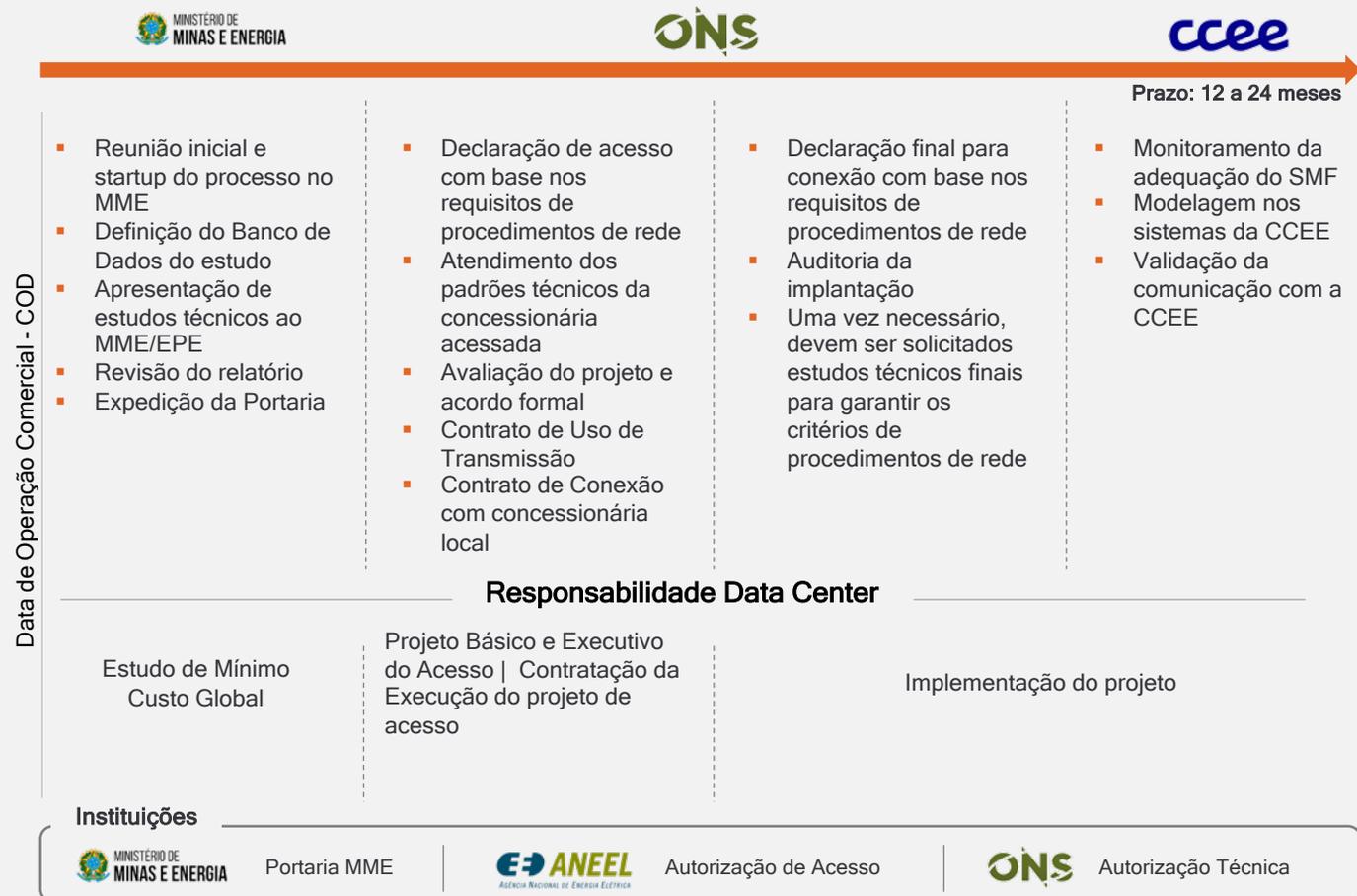


**9 GW**  
Carga total

Dados do MME, mostram que a evolução da carga prevista para os Data Centers nos estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia.

## A conexão na Rede Básica passa por um processo de aprovação para alcançar a autorização de novas cargas

Macro processo de conexão à Rede Básica



Prazo: 12 a 24 meses

- Monitoramento da adequação do SMF
- Modelagem nos sistemas da CCEE
- Validação da comunicação com a CCEE

Diante desses fatores, o país pode se tornar um importante hub de data centers na América Latina. Contudo, é importante considerar as lições aprendidas no contexto internacional...



Procedimentos especiais de planejamento e conexão à rede. Esquemas de redundância



Criação de zonas francas, semelhantes às Zonas de Processamento de Exportações (ZPEs),



Isonções fiscais sobre compras de equipamentos, como computadores e componentes elétricos, além de incentivos para o consumo de energia.



Custos de construção e operação do data center, incluindo infraestrutura física, energia, hardware, refrigeração, software, conectividade e segurança.



Implementação de soluções tecnológicas e otimização de processos.

...E antever gargalos e oportunidades

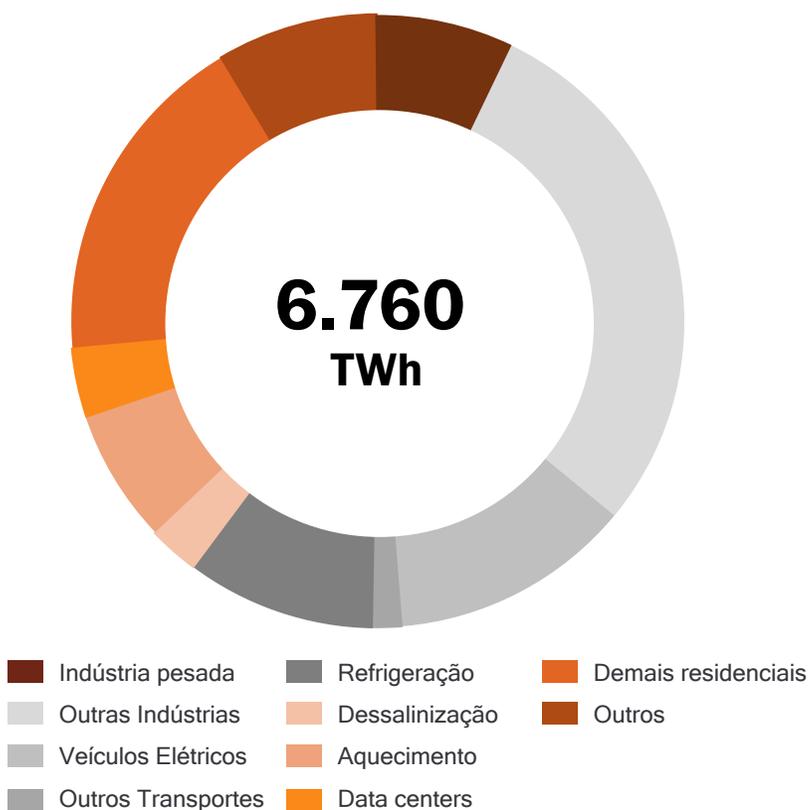
### Estratégia Data Centers



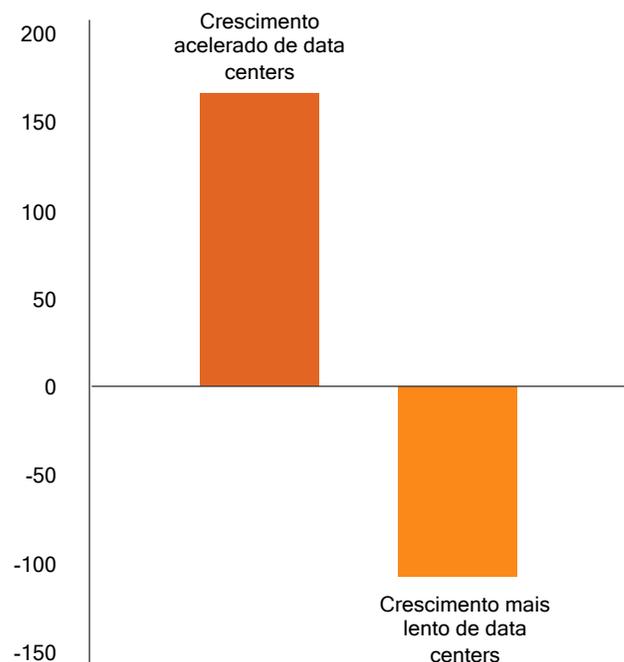
- **Criação de zonas francas:** semelhantes às Zonas de Processamento de Exportações (ZPEs), para reduzir impostos sobre importações e vendas de equipamentos para data centers, oferecendo isenções fiscais como forma de atrair investimentos e empresas do setor.
- **Infraestrutura:** Custos de construção e operação do data center, incluindo infraestrutura física, energia, hardware, refrigeração, software, conectividade e segurança.
- **Mão de obra** **Identificação de escassez e gargalos.** Desenvolver programa ou parceria com existentes (Brasil Mais TI e o MCTI Futuro).
- **Fornecedores:** Implementação de soluções tecnológicas e otimização de processos.
- **Políticas:** I) redução de custos, II) estímulo direto, III) solução de gargalos não financeiros, IV) estímulo à demanda, e V) regulação do espaço digital.
- **Qualidade de fornecimento de energia:** Procedimentos especiais de planejamento e conexão à rede. Esquemas de redundância.

O Brasil possui uma grande oportunidade de se consolidar como um hub de data centers na América Latina, devido à sua infraestrutura de comunicação e à oferta de energia renovável. No caso base, os investimentos totais em infraestrutura de data center no país até 2030 são estimados em torno de 60 bilhões de reais

**Evolução do consumo de energia no mundo**  
(Projeções 2023-2030)



**Sensibilidade de demanda para data centers, 2030**  
(Projeções 2023-2030, TWh)



No mundo, o consumo de energia elétrica dos data centers em 2022 foi estimado entre 240-340 TWh (em torno de 1% a 1,3%) do consumo total global (excluindo atividades de mineração de criptomoedas e rede de dados). O setor de venture capital investiu 225 bilhões de dólares em startups de IA nos últimos cinco anos, comparativamente aos 143 bilhões que foram investidos em startups relacionadas à tecnologias de baixa emissão de carbono, no mesmo período.

O crescimento substancial no consumo de energia devido a data centers parece ser um cenário inevitável. Contudo, vários aspectos podem influenciar as projeções, como a concentração da cadeia de suprimentos, oportunidades de eficiência energética (tanto em hardware como em software), aspectos da conexão dos data centers à rede elétrica, e aspectos relacionados à política e regulação do segmento.

A demanda total de eletricidade entre todos os setores deve crescer em torno de 6760 TWh no mundo, no cenário STEPS, até 2030, sendo que 80% deste crescimento virá de países em desenvolvimento e economias emergentes. Dentro deste cenário, o consumo dos data centers representa cerca de 10% de demanda total.

Isto significa que, no Brasil, os investimentos em infraestrutura de TI projetados para data centers deve estar entre 59 a 62 bilhões de reais até 2030.

## Como a Thymos Energia pode agregar valor e ajudar a viabilizar, em conjunto com o mercado, um ambiente de negócios propício ao desenvolvimento do mercado de Data Centers no Brasil?

### Suporte à Conexão do Data Center



Suporte e acompanhamento junto aos órgãos e autarquias competentes (MME/EPE, ONS e ANEEL) na obtenção da autorização de conexão e assinatura do CUST e CCT.



Elaboração de Estudo de Mínimo Custo Global.



Acompanhamento, como PMO, de todo o processo de conexão, bem como das próprias obras necessárias.



Modelagem e gestão do ativo na CCEE.

### Suporte à Estratégia de Fornecimento de Energia



Overview de mercado, com foco em autoprodução de energia, seus riscos e benefícios.



Projeção de encargos setoriais e de tarifas reguladas, específicas para o ponto de consumo.



Estruturação do modelo de negócios para o suprimento de energia, a ser implementando, considerando critérios técnicos, regulatórios e comerciais do modelo de autoprodução.



Apoio durante toda a jornada da autoprodução (elaboração de RFQ, due diligence, suporte técnico na discussão do MoU e dos Contratos Definitivos), e gestão do consumidor perante o Operador de Mercado (CCEE).



# Equipe envolvida neste **White Paper**



**João Mello**  
CEO



**Jovanio Santos**  
Sócio-diretor de  
Novos Negócios



**Jaison Chamberlain**  
Gerente de Novos  
Negócios



**Victor Ribeiro**  
Consultor Estratégico

Este White Paper possui o exclusivo intuito de discutir e promover o debate sobre a temática de data centers no contexto do setor elétrico brasileiro. Ele não representa um trabalho de consultoria ou uma recomendação formal. Desse modo, não se pode atribuir à Thymos Energia qualquer responsabilidade por decisões empresariais ou relacionadas a políticas públicas que sejam tomadas e refiram-se a este documento. A Thymos Energia não pode assegurar a precisão das informações descritas neste trabalho, observando que as fontes utilizadas foram indicadas. É proibida a reprodução parcial ou integral deste trabalho sem a citação da fonte.



## Thymos Energia

 [thymosenergia@thymosenergia.com.br](mailto:thymosenergia@thymosenergia.com.br)

 +55 11 3192 9100

 [www.thymosenergia.com.br](http://www.thymosenergia.com.br)

 Av. das Nações Unidas, 11541 |  
14º andar | 04578-907 | Brooklin | SP

