

PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GPL

Impactos da expansão de grandes projetos de Data Centers na demanda do Sistema Elétrico Brasileiro

Simone Saviolo Rocha; Alex Yujhi Gomes Yukizaki; Arnaldo dos Santos Junior; Daniel José Tavares de Souza; Fabio de Almeida Rocha; Paulo Fernando de Matos Araújo; Pedro Paulo Fernandes da Silva

RESUMO

Aproveitando a onda de digitalização da economia, o Brasil procura se posicionar como um hub de atração de investimentos de data centers. Entretanto, as incertezas sobre a conexão de projetos data centers ao sistema elétrico brasileiro, projetos que tipicamente consomem grande quantidade de energia, impõem desafios ao planejamento do setor energético. Este artigo visa apresentar a abordagem utilizada pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) para inclusão dos projetos de data center, tanto na óptica de projeção da demanda desses projetos, quanto da óptica de planejamento de infraestrutura de transmissão de eletricidade. Sobre a óptica do planejamento do setor elétrico brasileiro, a EPE estima a demanda futura de data centers no Brasil levando em consideração o montante de carga com parecer de acesso à rede básica viável dado pelo Operador Nacional do Sistema (ONS). A partir desses estudos, a EPE recomenda reforços para a infraestruturas de transmissão de energia elétrica em regiões com maior solicitação de conexão, especialmente as Regiões Metropolitanas de São Paulo e Campinas. Espera-se que a expansão de data centers apresenta uma oportunidade única para estruturar as bases da transformação digital brasileira além de posicionar o país como potencial Hub mundial neste setor.

PALAVRAS-CHAVE

Planejamento do sistema elétrico, Data Center, Expansão da transmissão, Conexão à rede básica

1.0. INTRODUÇÃO

De acordo com MDIC e ABDI (2023), os data centers são prédios destinados a abrigar equipamentos de Tecnologia da Informação (TI) e rede para fornecer serviços a empresa, entre os quais incluem computação, armazenamento e backup de dados. Isto difere dos primeiros data centers da década de 90 que, de acordo com IBM (2024), eram caracterizados por instalações locais de propriedade privada e rigorosamente controladas que abrigavam infraestrutura de TI tradicional para uso exclusivo de uma empresa.

Ao longo deste processo, a capacidade de processamento de dados dos data centers tem evoluído e permitiu a sofisticação dos serviços entregues, como as aplicações de inteligência artificial e de criptomoedas (IEA, 2024). Assim têm surgido data centers com tamanho, isto é, com potência associada, bem superior ao que se via até então. De acordo com UNDP (2025), enquanto um Central Processing Unit (CPU) e Graphical Processing Unit (GPU) tinham em 2020 uma potência de 100 W e 300 W, respectivamente, hoje esses componentes possuem potência de 250 W e 450 W.

Portanto, uma vez que há uma relação direta entre o volume de processamento computacional e o consumo de energia, a euforia no setor de TI com a crescente digitalização

da economia e a inovação associada a esses novos atributos de processamento transborda para o setor de energia. Estudos de Goldman Sachs (2025) consideram que a demanda de energia elétrica de data centers no mundo irá crescer 50% até 2027 e 165 % até 2030.

Frente a essa expectativa de crescimento muito rápido e em grande volume, sobretudo se as aplicações de alto esforço computacional se difundirem entre as empresas, conseguir conquistar parte dessa expansão tem sido visto como uma grande oportunidade pelo setor de data centers em diversos países no mundo, o Brasil entre eles. No entanto, como mencionado, isso implica em desafios infraestruturais ao setor de energia.

O Plano Decenal de Expansão de Energia 2034, elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) para o Ministério de Minas e Energia (MME), mapeou, em junho de 2024, 12 projetos de conexão à Rede Básica para cargas de data center totalizando cerca de 2,5 GW até 2037. Considerando dados atualizados até fevereiro de 2025, esses números saltam para um total de 36 projetos de conexão à Rede Básica e cerca de 15,7 GW até 2037. Isto demonstra acelerada perspectiva de crescimento deste segmento de carga e consequente aumento da incerteza quanto à expansão de infraestrutura do sistema elétrico.

No contexto da incerta expansão de projetos de data center e seu impacto na expansão da infraestrutura de energia elétrica no Brasil, este artigo visa: (i) apresentar os impactos da expansão dos data centers no contexto do planejamento da expansão de energia de data centers; e (ii) apresentar o método de inclusão de projetos de data centers no âmbito de estudos de planejamento da demanda elétrica do Brasil. Esta análise se restringirá exclusivamente ao caráter elétrico da questão, portanto não incluirá outros problemas associados como o impacto do consumo de água de data centers.

2.0. OS DATA CENTERS

Um data center consiste em uma sala, prédio ou instalação que contém uma infraestrutura de segurança e TI destinada a entregar aplicações e serviços a níveis planejados de segurança (IBM, 2024). A Figura 1 apresenta um esquema com as principais infraestruturas funcionais de um data center. O elemento central de um data center é a infraestrutura de TI composta de equipamentos eletrônicos usados para processamento de dados (servidores), armazenamento de dados (equipamentos de armazenamento) e comunicação (equipamentos de rede) (ORÓ; SALOM, 2022).

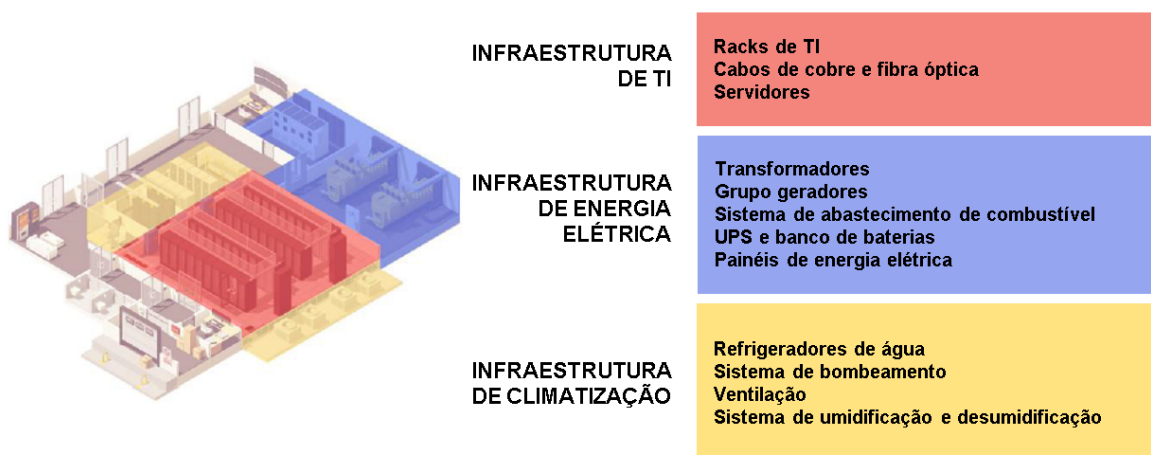


Figura 1. Diagrama esquemático das infraestruturas de um data center. (Traduzido de FS, 2022)

O data center é constituído também de espaços que abrigam os equipamentos necessários para garantir o funcionamento ininterrupto e de qualidade da infraestrutura de TI. Essa infraestrutura de suporte pode ser dividida nas seguintes funções meio (FS, 2022):

- **Infraestrutura de Energia Elétrica:** conta com equipamentos encarregados de levar energia elétrica aos equipamentos consumidores de energia do Data Center, atendendo a níveis adequados de qualidade de energia e segurança de fornecimento. Além de estrutura que garantem a qualidade da energia elétrica, esta infraestrutura contém fonte de alimentação ininterrupta (UPS, acrônimo do termo em inglês *Uninterruptible Power Supply*) que são componentes que evitam que o sistema sofra quedas não planejadas de energia. Neste sentido, geradores também podem ser instalados a fim de garantir redundância na fonte de alimentação elétrica.
- **Infraestrutura de Climatização:** conta com equipamentos que garantem a manutenção do ambiente interno ideal para o funcionamento dos equipamentos de TI em termos de temperatura, umidade e renovabilidade do ar. Portanto, esta área possui equipamentos com a função de refrigeração, aquecimento, umidificação, desumidificação, fornecimento de ar, filtragem e outras funções.

3.0. PERSPECTIVAS DA EXPANSÃO DE DATA CENTERS NO BRASIL

De acordo com estimativas de IEA (2023), o consumo de eletricidade de data centers em 2022 foi entre 240 e 340 TWh o que equivale entre 1% e 1,3% do consumo de eletricidade global¹. Como um mercado em franca expansão, ainda existe muita incerteza sobre a futura demanda de energia deste segmento, mas para explicitar as expectativas do setor, vale mencionar os estudos de Goldman Sachs (2025) o qual espera que a demanda de energia elétrica de data centers no mundo irá crescer 50% até 2027 e 165 % até 2030.

A expansão não ocorrerá de maneira uniforme no mundo, como é o caso da Irlanda cujo consumo de energia elétrica de data centers triplicou desde 2015, corresponde a 18% do consumo de energia total do país em 2022, de acordo com IEA (2023). Esta expansão assimétrica se deve a vantagens comparativas que certos países possuem em relação a outros, servindo como atrativo para a instalação de um edifício de data center.

Neste contexto, o Brasil pode exercer papel de destaque no mundo em termos de atração de investimentos em data centers. De acordo com relatório da ABDI e MDIC (2023), as principais vantagens comparativas do Brasil são o tamanho da sua economia e seu grande mercado consumidor impactado pelo crescimento recente da economia digital. Destaca-se algumas iniciativas governamentais corroboram a tendência da digitalização da economia brasileira:

- Programas de inclusão digital: Wi-Fi-Brasil, Programa Nacional de Banda Larga (PNBL);
- Programas de apoio às pequenas e médias empresas: Startup Brasil;
- Incentivos fiscais: Lei de Informática N°14.968/24;
- Planos e programas transversais: Plano Nacional de Internet das Coisas; Programa Nacional de Transformação Digital, Programa Brasileiro de Inteligência Artificial (PBIA).

Outro ponto de destaque é que o Brasil pode se posicionar como um hub mundial de data centers, beneficiando-se de sua matriz elétrica com grande participação de energia de fonte renovável, como hidrelétrica, solar e eólica. As empresas do ramo de data centers já demonstraram por diversas vezes a intenção de aproveitarem essa característica de

¹ Estes dados desconsideram o consumo de energia para mineração de criptomoedas que corresponderia a outros 110 TWh em 2022 ou 0,4 % do consumo de energia elétrica mundial

renovabilidade da matriz elétrica brasileira Brasil ao instalar novas unidades em território nacional em busca de satisfação de requisitos de sustentabilidade corporativa.

Outro ponto importante é que é esperada uma ampliação do consumo de serviços provenientes de aplicações que exigem um maior tráfego de dados entre usuários e data centers, como aplicações de Inteligência Artificial (IA), veículos autônomos, gêmeos digitais, soluções de *data analytics*, serviços de streaming, serviços de delivery, e-commerce, aplicativos de mobilidade, educação à distância, entre outros. Para a melhor experiência no desenvolvimento dessas aplicações intensivas em dados, um atributo importante é a diminuição do tempo de comunicação entre os dois pontos do tráfego, denominada a diminuição da latência. Uma das maneiras para alcançar esta redução é a construção de data centers próximos dos grandes centros urbanos no Brasil, que são onde se concentram os centros gerados e consumidores de dados. Portanto, o Brasil pode servir como hub estratégico para empresas que desejam fornecer serviços de nuvem e dados de latência mais baixa para países vizinhos

O relatório MDIC e ABDI (2023) aprofunda a análise da competitividade nacional em relação aos países vizinhos, Argentina, Chile e Colômbia. De acordo com a análise comparativa, o fator de maior desvantagem para o Brasil é o custo tanto de construção (CAPEX) quanto de operação (OPEX) de data centers. O custo com energia elétrica foi avaliado neste estudo, que mostrou que o Brasil apresenta custos mais elevados, sendo o Chile 34,6 % inferior, Colômbia 51,1% inferior e Argentina 59,2% inferior. De fato, o custo de energia elétrica impacta fortemente o OPEX de um data center operando no Brasil, representando, segundo a mesma fonte, 32% do custo de operação total. Segundo a mesma fonte, há aspectos que tornam o Brasil em posição de desvantagem como o alto custo, em especial devido à elevada carga tributária e baixa qualificação da mão de obra.

4.0. PONDERAÇÕES E INCERTEZAS

A infraestrutura de data centers, crucial para sustentar o crescimento digital, consome uma quantidade expressiva de energia. No Brasil, já se demonstra uma acelerada perspectiva de crescimento deste segmento de carga, pois conforme dados do MME divulgados em setembro de 2024, os projetos solicitados para conexão à rede elétrica somavam cerca de 9 GW em data centers até 2035. Reforçando as ponderações quanto às incertezas e o crescimento acelerado, ao considerarmos os dados do MME atualizados até fevereiro de 2025, esses números saltam para um total de cerca de 15,7 GW até 2037, ou seja, um aumento acima de 70% do que havia sido mapeado em setembro de 2024.

Para ter uma ideia de quanto esta demanda elétrica de 15,7 GW representa, ela é superior à carga total esperada em 2025 no subsistema Nordeste do Sistema Interligado Nacional (SIN), ou seja, é superior à demanda elétrica dos estados do Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe somados². Além da grande demanda elétrica, esses empreendimentos estão concentrados em áreas urbanas e industriais o que representa desafios adicionais para a rede de transmissão e distribuição, principalmente nas regiões Sudeste, notadamente no estado de São Paulo, e Sul, que recebem a maior parte dessas instalações.

O impacto é ampliado pela demanda contínua e ininterrupta dos data centers, que exige flexibilidade e resiliência na rede, segundo o “Caderno de Expansão da Rede de Transmissão do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2034”, da EPE (2024). O documento

² Carga total de acordo com a 1ª Revisão Quadrimestral do Planejamento Anual da Operação Energética 2025-2029 realizado por EPE; CCEE; ONS (2025) que espera uma carga máxima mensal no subsistema Norte de 14,418 GW médio em 2025.

aponta para a necessidade de expansão das redes de transmissão e reforço na infraestrutura de áreas densamente povoadas para assegurar uma conexão estável e segura.

Dado este impacto na rede elétrica, o governo federal em seu exercício de planejamento do setor, deve ponderar sobre a abertura de propostas de expansão do parque gerador e de transmissão de energia hoje, esperando que os projetos de data centers entrarão em operação em um prazo informado. Esta ponderação leva em consideração as incertezas naturais quanto à expansão do sistema elétrico para atender a uma demanda elevada que possui um potencial de não se concretizar o que pode deixar ativos de infraestrutura ociosos, onerando de forma desnecessária a tarifa de energia elétrica para a sociedade em geral.

Esta ponderação é muitas vezes referida como o dilema do planejador que é uma análise típica de qualquer processo de planejamento, porém os projetos de data centers por terem ainda um caráter de novidade, reforçam este dilema. Isto se deve às incertezas acerca do desenvolvimento tecnológicos dos data centers, já que seus domínios de aplicação, seus grupos de clientes, sua viabilidade técnica, seus potenciais de desempenho e seus atributos econômicos permanecem ocultos do conhecimento dos atores envolvidos em sua cadeia, entre os quais empresas inovadoras, governos, instituições de pesquisa e fontes de financiamento (DEDEHAYIR; STEINERT, 2016).

Outras tecnologias e empreendimentos já passaram por esta fase de incerteza no contexto do planejamento energético no Brasil, como é o caso do hidrogênio como substituto energético na Europa. Casos como esses são caracterizados por uma fase de elevadas expectativas do mercado, seguida de uma queda e um crescimento desacelerado, mas sustentado ao longo do tempo, ciclo é conhecido como o ciclo de Hype da inovação apresentado na Figura 2.

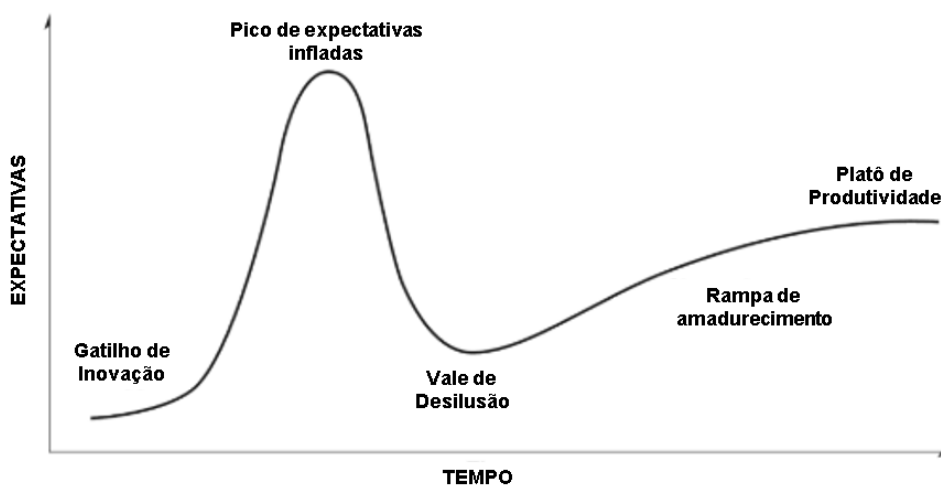


Figura 2. O ciclo de Hype de inovação (Traduzido de FENN; RASKINO, 2008)

Para se precaver desse descontínuo ciclo de maturação de tecnologias no planejamento do setor, é necessário entender o ponto de maturação dos novos data centers no contexto brasileiro dentro de seu ciclo de Hype. Neste sentido, entende-se que o pedido de emissão de portaria do MME (cujo incremento de demanda já soma 15,7 GW até 2037 no SIN) é apenas um dos critérios para o investidor de empreendimentos de grande consumo se instalar no Brasil. Outros critérios incluem: a existência de uma cadeia de fornecedores bem estruturada; regularização fundiárias do local de construção do data center, e a disponibilidade de mão de obra especializada. Entre esses critérios, o mais importante é a existência de um mercado consumidor para sustentar o fluxo de caixa do projeto.

Uma vez constatada a viabilidade do projeto do ponto de vista técnico e financeiro, a demanda elétrica destes novos projetos será incorporada à carga elétrica do subsistema onde o projeto será inserido, adicionalmente às expectativas de evolução da demanda impulsionada pelas variáveis demográficas e econômicas. Esta demanda incremental pode gerar um impacto significativo em termos de requisitos de geração elétrica, podendo gerar necessidade de expansão do parque gerador do sistema elétrico nacional, ainda que haja esforços em medidas de eficiência energética e de otimização da operação do sistema elétrico através de linhas de transmissão.

Os data centers têm como característica a necessidade de suprimento ininterrupto de energia elétrica para uma curva de carga que pouco varia ao longo do tempo. Considerando-se um contexto de ganho de importância da geração elétrica a partir de fontes não-controláveis, como a eólica e a solar fotovoltaica, isso incorre em um maior desafio para o planejamento energético.

Dependendo do ponto do sistema com potencial mapeado para conexão de novos Data Centers, os montantes de carga previstos para o curto prazo podem significar a antecipação em 10 anos ou mais do que se projetava de mercado das distribuidoras. Uma outra parte desse desafio está relacionado à velocidade de expansão dos projetos de Data Centers, que podem entrar em 3 anos ou menos, enquanto as linhas de transmissão, considerando o tempo de planejamento, outorga e implantação, demoram de 5 a 7 anos para entrarem em operação, o que dificulta a adequada coordenação da expansão do sistema transmissão com essas cargas.

5.0. O PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO DA DEMANDA ENERGÉTICA DE DATA CENTERS

Para impedir a conexão de qualquer grande consumidor (entendidos como consumidores atendidos em tensão igual ou superior a 230 kV) à rede de transmissão no Brasil de maneira irrestrita, o empreendedor deve solicitar anuência dos órgãos do planejamento competente, procedimento estabelecido pelo Decreto nº 5.597 de 2005. De acordo com o regulamento, esta solicitação se inicia com o pedido de emissão de portaria do MME que irá analisar a proposta inicial de conexão sob critérios de mínimo custo global de interligação e reforço nas redes e em relação à sua compatibilidade com o planejamento da expansão do setor elétrico em horizonte mínimo de cinco anos.

Uma vez elaborada a portaria do MME com o aval para o prosseguimento com o processo, os solicitantes precisam solicitar parecer de acesso emitido pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). A análise da ONS leva em consideração, entre outros aspectos, o montante de carga solicitado e se há espaço na rede para comportar tal carga, considerando outros projetos que já estão na fila para conexão no mesmo ponto. Uma vez a emissão de parecer de acesso viável, o solicitante pode solicitar à ANEEL a autorização para a sua conexão na Rede Básica. Após a emissão da Resolução Autorizativa por parte da ANEEL, o último passo é formalização por parte do solicitante de um Contrato de Uso do Sistema de Transmissão (CUST) junto ao ONS.

A EPE realiza o planejamento de consumo e carga no SIN no Brasil em duas principais publicações recorrentes: a Revisão Quadrimestral da Carga (horizonte de 5 anos, realizada com conjunto com a ONS e CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica) e o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE, horizonte de 10 anos). Em ambas as publicações, a EPE considera a carga elétrica dos projetos de data center com CUST celebrado, portanto, possuem garantia que irão se conectar na data prevista em contrato. Esses valores já são consideravelmente inferiores aos projetos com portaria do MME dando parecer técnico favorável.

Vale ressaltar que os projetos de data center com CUST já celebrados são uma parcela dentro do universo de todos os projetos que obtiveram parecer de acesso à rede favorável pela ONS. Portanto, convencionou-se considerar além do montante de carga dos projetos com CUST celebrado, uma parcela do montante de carga dos projetos com parecer de acesso viável. Esta consideração advém das limitações que podem inviabilizar os projetos, para além da esfera técnica, conforme já discutido em sessões anteriores. É previsto que a parcela adotada se altere ao longo do tempo, considerando um percentual que reflita a probabilidade que projetos de data center com parecer viável celebrem, finalmente, um CUST. Como, até a data da presente publicação, ainda há poucos projetos desta natureza com ciclo de solicitação de acesso fechado, ainda não há dados suficientes para determinar este percentual.

Ainda dentro dessa dinâmica de surgimento de novos projetos, a EPE elabora os estudos de planejamento de expansão do sistema de transmissão para todo o sistema elétrico brasileiro. Estes estudos visam identificar as novas propostas dentro do mapeamento dos locais onde ocorrem a maior demanda de eletricidade do país de modo a antecipar as recomendações de obras para o sistema de transmissão de energia elétrica e resolver, de forma equilibrada, os eventuais problemas de restrição na rede com as melhores soluções técnico-econômicas para o sistema brasileiro.

Tendo em vista uma maior concentração dos projetos de Data Centers no estado de São Paulo, notadamente nas Regiões Metropolitanas de São Paulo e Campinas, a EPE realiza, desde o final de 2023, estudos de planejamento de expansão da transmissão para viabilizar a conexão de novas cargas de data centers, uma vez que a infraestrutura elétrica existente está preparada para atender ao crescimento orgânico do mercado das distribuidoras, portanto, não considera acréscimos abruptos de carga decorrentes de projetos eletrointensivos. A série de estudos para a licitação da Expansão da Transmissão feitos pela EPE corrobora as necessidades de intervenções nessas infraestruturas para comportar novos projetos de data centers.

Por exemplo, o estudo concluído em fevereiro de 2024 teve como resultado a indicação de soluções estruturais, sendo uma delas uma nova LT 345 kV subterrânea, visando um aumento de confiabilidade para o sistema de transmissão de energia na região metropolitana de São Paulo e o atendimento da expansão da demanda projetada para os próximos anos dos grandes projetos de Data Centers dessa região (cerca de 500 MW). Já a nota técnica publicada em novembro de 2024 recomendou um conjunto de reforços para o sistema de transmissão da região de Campinas, Jundiaí e Bom Jardim, liberando margem de cerca de 1.000 MW para a conexão de projetos de Data Center prospectados para essa parte do sistema do estado de São Paulo.

6.0. CONCLUSÕES

Nesse artigo, foram descritos os impactos da expansão dos data centers no planejamento da expansão do setor elétrico, além de apresentar de que forma os projetos são considerados nos estudos prospectivos de carga. Para tal, após o capítulo introdutório, foram descritos os elementos fundamentais na estrutura de um data center. Nos capítulos seguintes, foram expostas as perspectivas da expansão deste setor no Brasil, pautando incertezas à concretização dessa demanda e traduzindo-as no planejamento da expansão do setor elétrico.

Em conclusão, a expansão de data centers apresenta uma oportunidade única para estruturar as bases da transformação digital brasileira além de posicionar o país como potencial Hub mundial neste setor. As vantagens comparativas do país destacadas ao longo do texto configuram potenciais atratores de investimentos. No entanto, o descompasso temporal entre a entrada em operação de data centers e o cronograma de entrada de ativos de transmissão traz desafios ao planejamento quanto a incerteza e concretude de tais investimentos. Dessa forma, o estágio de maturidade dos projetos e efetivo compromisso financeiro, manifestado atualmente pela assinatura do CUST, são levados em consideração para projeção de carga e

consequente expansão do sistema. Já os estudos de transmissão, os estudos de planejamento consideram perspectivas de conexão de cargas eletrointensivas como projetos de data center, sendo recomendados os reforços na rede elétrica para comportar os incrementos na carga, especialmente nas Regiões Metropolitanas de São Paulo e Campinas.

7.0. BIBLIOGRAFIA

- [1] Estratégia para a implementação de política pública para atração de Data Centers. (Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, MDIC); Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, ABDI). Brasil, 2023). Disponível em: <<https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/comercio-e-servicos/comercio/estudo_completo_datacenters_jun2023.pdf/@@download/file>> Acesso em 19/mar/2025.
- [2] O que é um data center? (IBM. 2024). Disponível em: << <https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/data-centers>>> Acesso em 04/abr/2024.
- [3] Electricity 2024: Analysis and forecast to 2026. (International Energy Agency. França, 2024). Disponível em: <<https://iea.blob.core.windows.net/assets/18f3ed24-4b26-4c83-a3d2-8a1be51c8cc8/Electricity2024-Analysisandforecastto2026.pdf>> Acesso em 19/mar/2025.
- [4] Energy Efficiency in Cooling Systems for Data Centers (United Nations Development Programme, UNDP. Apresentação em seminário online: Open Discussion on Emissions from Cooling Systems in Data Centers, 2025). Disponível em: <<https://www.ccacoalition.org/sites/default/files/resources/files/UNDP-Data%20Centers%20and%20China%20Case.pdf>> Acesso em 04/abr/2025.
- [5] AI to drive 165% increase in data center power demand by 2030. (Goldman Sachs, 2025). Disponível em: << <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/ai-to-drive-165-increase-in-data-center-power-demand-by-2030>>> Acesso em 19/mar/2025.
- [6] Plano Decenal de Expansão de Energia 2034 - Caderno de Transmissão de Energia. (Empresa de Pesquisa Energética, EPE. Brasil, 2024). Disponível em: < [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-804/topico-709/Caderno%20de%20Transmiss%C3%A3o%20de%20Energia%20-%20PDE%202034_Publicacao%20\(1\).pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-804/topico-709/Caderno%20de%20Transmiss%C3%A3o%20de%20Energia%20-%20PDE%202034_Publicacao%20(1).pdf)> Acesso em 04/abr/2025.
- [7] Nota Técnica DEA 13/15: Demanda de Energia 2050. (Empresa de Pesquisa Energética, EPE. Brasil, 2016). Disponível em: < <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-458/DEA%2013-15%20Demanda%20de%20Energia%202050.pdf> > Acesso em 14/abr/2025.
- [8] Data Centre Overview. (Oró, E.; Salom, J. Capítulo de livro, Espanha, 2022). Disponível em: << https://www.researchgate.net/publication/372509192_Data_Centre_Overview#fullTextFileContent>> Acesso em 04/abr/2025.
- [9] Data Center Infrastructure Design. (FS. Whitepaper, 2022). Disponível em: <https://img-en.fs.com/file/white_paper/whitepaper-datacenter-infrastructure-design.pdf> Acesso em 04/abr/2025.
- [10] Data Centres and Data Transmission Networks. (International Energy Agency. França, 2023). Disponível em: < <https://www.iea.org/energy-system/buildings/data-centres-and-data-transmission-networks>> Acesso em 19/mar/2024.

- [11] MME identifica crescimento acelerado na demanda de energia elétrica para projetos de Data Centers. (Ministério de Minas e Energia, MME. Notícia, Brasil, 2024). Disponível em: << <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-identifica-crescimento-acelerado-na-demanda-de-energia-eletrica-para-projetos-de-data-centers>>> Acesso em 02/abr/2025.
- [12] Anual da Operação Energética 2025-2029 - Previsões de carga para o PLAN 2025-2029 - com MMGD. (Empresa de Pesquisa Energética, EPE; Operador Nacional do Sistema, ONS; Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, MME. Brasil, 2025). Disponível em: <[https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-305/topico-730/PLAN%202025-2029%20-%20Previs%C3%B5es%20mensais%20de%20energia%20com%20MMGD%20\(site\).pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-305/topico-730/PLAN%202025-2029%20-%20Previs%C3%B5es%20mensais%20de%20energia%20com%20MMGD%20(site).pdf)> Acesso em: 02/abr/2025.
- [13] The hype cycle model: A review and future directions. (DEDEHAYIR, O.; STEINERT, M. Artigo na revista Technological Forecasting and Social Change, v. 108, p. 28-41, 2016.) Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.04.005> Acesso em 03/mar/2025.
- [14] Mastering the hype cycle: how to choose the right innovation at the right time. (FENN, J.; RASKINO, M. Livro - Harvard Business Press, 2008)
- [15] Roadmap Usinas Hidrelétricas Reversíveis (UHR): Perspectivas e caminhos para a inserção das usinas reversíveis no Brasil. (Empresa de Pesquisa Energética, EPE. Apresentação, Brasil, 2025). Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-870/Roadmap%20hidrel%C3%A9tricas%20Revers%C3%ADveis%202025_V09.pdf>> Acesso em 03/abr/2025.
- [16] Sistemas de Armazenamento em Baterias: Aplicações e Questões relevantes para o Planejamento. (Empresa de Pesquisa Energética, EPE. Nota técnica, Brasil, 2019). Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-441/EPE-DEE-NT-098_2019_Baterias%20no%20planejamento.pdf> Acesso em 03/abr/2025.
- [17] Decreto nº 5.597: Regulamenta o acesso de consumidores livres às redes de transmissão de energia elétrica e dá outras providências. (Brasil, 2005). Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/D5597.htm> Acesso em 03/abr/2025.
- [18] Análise Técnico-Econômica de Alternativas: Relatório R1 Reforço do Sistema da Região Central da Cidade de São Paulo - Parte 1. (Empresa de Pesquisa Energética, EPE. Estudos para a licitação da Expansão da Transmissão, Brasil, 2024). Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-276/topico-708/EPE-DEE-RE%20006_2024-rev0%20Estudo%20de%20Atendimento%20%C3%A0%20Regi%C3%A3o%20Central%20de%20SP%20Parte%201.pdf> Acesso em 15/abr/2025.
- [19] Atendimento à Região de Campinas, Bom Jardim e Itatiba – Parte I. (Empresa de Pesquisa Energética, EPE. Nota Técnica, Brasil, 2024). Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-276/topico-708/EPE-DEE-NT-038-2024-rev0%20-%20Campinas,%20Bom%20Jardim%20e%20Itatiba%20-%20P1.pdf>> Acesso em 15/abr/2025.

8.0. DADOS BIOGRÁFICOS



Simone Saviolo Rocha possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), onde obteve o título de mestre em Engenharia de Produção. Atualmente trabalha como analista na Empresa de Pesquisa Energética na Superintendência de Estudos Econômicos e Energéticos, atuando na área de projeção de demanda de energia elétrica na EPE.

Allex Yujhi Gomes Yukizaki é Mestre em Planejamento Energético pela COPPE/UFRJ e possui graduação em Engenharia Elétrica pelo CEFET-RJ. Atua como analista de pesquisa na Superintendência de Estudos Econômicos e Energéticos na área de projeção de demanda de energia elétrica na EPE.

Arnaldo dos Santos Junior é graduado em Economia pela UFRJ, pós-graduado em Comércio Exterior pela UNESA e mestre em Planejamento Energético pela COPPE/UFRJ. Trabalhou na ANP na elaboração do Anuário Estatístico. Desde 2006, atua na EPE, estando desde 2019 no cargo de Consultor Técnico na Superintendência de Estudos Econômicos e Energéticos da Empresa de Pesquisa Energética – EPE, coordenando os estudos de economia, demanda de energia, eficiência energética e requisitos de geração elétrica.

Daniel José Tavares de Souza graduou-se Engenheiro Eletricista pelo CEFET/RJ em 2005, é mestre em Sistemas de Potência pela COPPE/UFRJ (2011) e possui MBA em Gestão Pública pela ENAP (2023). Trabalhou em empresas como Eletrobrás, Furnas e ONS. Atualmente, exerce a função de Consultor Técnico na Empresa de Pesquisa Energética – EPE, onde coordena os grupos de estudos de expansão da transmissão dos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, além do grupo de engenharia e de estudos especiais. Integra a equipe da superintendência de transmissão de energia da EPE desde 2007.

Fábio de Almeida Rocha é Engenheiro Eletricista formado pela UFRJ com pós-graduação em Engenharia Econômica pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e em Transmissão de Energia pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Atualmente trabalha na Diretoria de Estudos de Transmissão da EPE, realizando estudos de viabilidade técnica e econômica de projetos de expansão do sistema interligado nacional.

Paulo Fernando de Matos Araujo é mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), onde, também, se graduou como engenheiro elétrico. Atua como analista de pesquisa energética da EPE, na Superintendência de Transmissão de Energia.

Pedro Paulo F. da Silva é mestre em Energia pelo Instituto de Energia e Ambiente (IEE) da Universidade de São Paulo (USP) e possui graduação em Engenharia Ambiental pela UNIFEI. Atualmente trabalha como analista de pesquisa na Superintendência de Estudos Econômicos e Energéticos da EPE, alocado na área de projeção de demanda de energia elétrica.