EXPANSÃO DOS DATA CENTERS E SEGURANÇA HÍDRICA NO ESTADO DE SÃO PAULO: IMPLICAÇÕES PARA A GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES EM CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Vitória Amélia Lemes Gonçalves[1]; Diego Freitas de Souza[2]; Helen Graciane Ruela Machado[3] & Rafael Grinberg Chasles[4].

Palavras-Chave – Segurança hídrica; Data centers; Recursos hídricos; Mudanças climáticas; Gestão de riscos.

INTRODUÇÃO

O crescimento exponencial da computação em nuvem, da inteligência artificial, da Internet das Coisas e do processamento massivo de dados tem impulsionado uma expansão sem precedentes da infraestrutura digital em escala global. Nesse contexto, os data centers desempenham papel importante no funcionamento da economia digital, porém demandam elevado volume de energia elétrica e água para garantir condições adequadas de operação, especialmente por meio de sistemas de resfriamento.

Embora tradicionalmente o debate acerca dos impactos ambientais da infraestrutura digital tenha se concentrado no consumo energético e nas emissões de gases de efeito estufa, observa-se crescente preocupação quanto ao uso dos recursos hídricos. Estima-se que, até 2027, a expansão da inteligência artificial poderá representar uma retirada adicional entre 4,2 e 6,6 bilhões de metros cúbicos de água por ano, considerando tanto o consumo direto nos sistemas de resfriamento quanto o consumo indireto associado à geração de energia elétrica (SPINDLER et al., 2024).

No Estado de São Paulo, maior polo brasileiro de infraestrutura digital, concentram-se aproximadamente 670 MW de capacidade instalada em operação, além de centenas de megawatts em construção e planejamento, principalmente nas regiões de Campinas, Barueri, Santana de Parnaíba, Osasco e Capital (SP-ÁGUAS, 2025). Essas áreas coincidem com importantes bacias hidrográficas submetidas a elevado estresse hídrico, como as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ) e Alto Tietê, onde já existe elevada competição entre abastecimento público, indústria, agricultura e geração de energia.

Apesar da importância econômica desse setor, ainda são escassos estudos que relacionem a expansão dos data centers com a gestão integrada dos recursos hídricos e com a prevenção de desastres hidrológicos. A literatura concentra-se predominantemente na eficiência energética, havendo limitada discussão acerca dos riscos associados à disponibilidade hídrica em regiões sujeitas à ocorrência de estiagens prolongadas.

[1] Afiliação: SP-Águas – Agência de Águas do Estado de São Paulo: vitoria.lemes@spaguas.sp.gov.br
[2] Afiliação: SP-Águas – Agência de Águas do Estado de São Paulo: diego.freitas@spaguas.sp.gov.br
[3] Afiliação: SP-Águas – Agência de Águas do Estado de São Paulo: hgrmachado.hcc3@spaguas.sp.gov.br
[4] Afiliação: SP-Águas – Agência de Águas do Estado de São Paulo: rgchasles@spaguas.sp.gov.br

Sob a perspectiva da gestão de riscos de desastres, a crescente demanda hídrica dos data centers deve ser compreendida como um fator potencial de amplificação da vulnerabilidade territorial. Em cenários de redução da disponibilidade hídrica, decorrentes das mudanças climáticas, o aumento da competição entre diferentes usos da água pode comprometer a segurança hídrica, intensificar conflitos pelo uso e reduzir a resiliência dos sistemas urbanos e produtivos.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo analisar os potenciais impactos da expansão dos data centers sobre a segurança hídrica do Estado de São Paulo, discutindo suas implicações para a gestão de riscos de desastres e propondo diretrizes voltadas à governança hídrica diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas.

METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de abordagem quali-quantitativa, com objetivos exploratórios e descritivos, desenvolvida por meio de pesquisa documental e revisão bibliográfica. A principal fonte de dados foi a Nota Técnica elaborada pela SP-Águas sobre a fiscalização e o consumo de água em data centers no Estado de São Paulo, contendo informações referentes à localização dos empreendimentos, capacidade instalada, situação das outorgas de direito de uso dos recursos hídricos, tecnologias de resfriamento empregadas e perspectivas de expansão do setor.

A pesquisa foi complementada por revisão da literatura científica e de documentos técnicos nacionais e internacionais relacionados à segurança hídrica, eficiência no uso da água, sustentabilidade da infraestrutura digital e adaptação às mudanças climáticas, incluindo publicações do Environmental and Energy Study Institute (EESI), World Economic Forum (WEF), The Green Grid, Google Environmental Report, White & Case, JLL Research e artigos científicos indexados.

A análise foi estruturada em quatro etapas: (i) caracterização da distribuição espacial e da expansão da infraestrutura de data centers no Estado de São Paulo; (ii) avaliação dos indicadores internacionais de eficiência hídrica, com ênfase no *Water Usage Effectiveness* (WUE); (iii) análise da relação entre a localização dos empreendimentos e a disponibilidade hídrica das principais bacias hidrográficas paulistas; e (iv) interpretação dos resultados sob a perspectiva da segurança hídrica, da adaptação às mudanças climáticas e da gestão de riscos de desastres.

Os resultados foram interpretados por meio de abordagem sistêmica, considerando a interação entre expansão da infraestrutura digital, disponibilidade hídrica, variabilidade climática e governança dos recursos hídricos, buscando identificar potenciais riscos à segurança hídrica decorrentes do crescimento do uso de data centers.

RESULTADOS

A análise dos dados evidencia que o Estado de São Paulo concentra a maior infraestrutura de data centers do Brasil, totalizando aproximadamente 670 MW de capacidade instalada em operação, além de 382 MW em construção e 388 MW em fase de planejamento (SP-ÁGUAS, 2025).

A distribuição espacial desses empreendimentos apresenta elevada concentração nas regiões de Campinas, Barueri, Santana de Parnaíba, Osasco e Região Metropolitana de São Paulo, áreas inseridas em bacias hidrográficas que já apresentam elevado grau de comprometimento da disponibilidade hídrica em razão da intensa demanda para abastecimento público, atividades industriais, irrigação e geração de energia. Essa sobreposição entre a expansão da infraestrutura digital e regiões sob estresse hídrico evidencia a necessidade de incorporar critérios de disponibilidade de água ao planejamento territorial e à gestão dos recursos hídricos.

O levantamento realizado pela SP-Águas (2025) identificou 109 empreendimentos relacionados ao setor, dos quais apenas seis possuem outorga de direito de uso dos recursos hídricos, correspondendo a uma vazão média outorgada de aproximadamente 71,92 m³/dia (SP-ÁGUAS, 2025). Embora o volume outorgado até novembro de 2025 representasse uma parcela relativamente pequena da demanda hídrica estadual, sua relevância deve ser analisada sob uma perspectiva prospectiva, considerando o acelerado crescimento da computação em nuvem, da inteligência artificial e do processamento intensivo de dados. A tendência de expansão desse setor indica aumento progressivo da demanda por água, especialmente em instalações que utilizam sistemas evaporativos de resfriamento, nos quais parte significativa da água captada é consumida por evaporação, reduzindo o potencial de recirculação e elevando a necessidade de reposição contínua.

No contexto internacional, a eficiência hídrica dos data centers é avaliada por meio do indicador *Water Usage Effectiveness* (WUE), desenvolvido pelo The Green Grid para mensurar a relação entre o consumo de água e a energia utilizada pelos equipamentos de tecnologia da informação (THE GREEN GRID, 2011). A análise realizada evidencia que, embora o WUE constitua importante instrumento para o monitoramento do desempenho operacional, sua utilização isolada não permite representar integralmente a pressão exercida sobre os recursos hídricos, uma vez que o indicador não incorpora as condições de disponibilidade hídrica, o nível de estresse das bacias ou a competição entre diferentes usos da água. Assim, empreendimentos com desempenho operacional semelhante podem apresentar impactos territoriais distintos em função das características hidrológicas de sua localização. Os resultados indicam, portanto, a necessidade de complementar indicadores de eficiência hídrica com critérios territoriais que subsidiem o licenciamento, a concessão de outorgas, o planejamento da expansão da infraestrutura digital e o acompanhamento dos usos dos recursos hídricos.

A síntese dos principais resultados obtidos é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Síntese dos principais resultados obtidos

Indicador	Resultado
Capacidade instalada em operação	670 MW
Capacidade em construção	382 MW
Capacidade planejada	388 MW
Empreendimentos identificados	109

Empreendimentos com outorga	6
Vazão média outorgada	71,92 m³/dia
Regiões com maior concentração	Campinas e Barueri
Principal vulnerabilidade identificada	Pressão sobre bacias com elevado estresse hídrico

Fonte: Adaptado de SP-Águas (2025).

CONCLUSÕES

Os resultados demonstram que a expansão dos data centers representa um desafio emergente para a gestão dos recursos hídricos no Estado de São Paulo, especialmente diante das projeções de crescimento da inteligência artificial e da infraestrutura digital. Embora o consumo atualmente regularizado ainda seja relativamente reduzido, a tendência de ampliação da capacidade instalada evidencia a necessidade de incorporar esse setor às estratégias de planejamento hídrico e adaptação às mudanças climáticas.

A análise evidenciou que o Water Usage Effectiveness (WUE) constitui importante instrumento de monitoramento da eficiência operacional, porém sua utilização isolada é insuficiente para representar a pressão sobre os recursos hídricos em diferentes contextos territoriais. Dessa forma, sua aplicação deve ser complementada por indicadores relacionados à disponibilidade hídrica e à vulnerabilidade das bacias, de modo a subsidiar decisões de planejamento, outorga e expansão da infraestrutura digital.

Do ponto de vista da gestão de riscos de desastres, conclui-se que a expansão dos data centers deve ser compreendida como componente da segurança hídrica e climática, exigindo abordagens integradas entre recursos hídricos, planejamento territorial, infraestrutura crítica e adaptação às mudanças climáticas. O fortalecimento da governança hídrica, associado ao monitoramento contínuo, à transparência dos dados e ao incentivo ao reúso de água, é essencial para aumentar a resiliência do Estado frente aos desafios impostos pela transformação digital.

REFERÊNCIAS

EESI – Environmental and Energy Study Institute. *Data Centers and Water Consumption*. 2025.

GOOGLE. *Environmental Report 2025*. Mountain View, 2025.

JLL RESEARCH; ARIZTON. *Brazil Data Center Report 2023*. São Paulo, 2023.

KARIMI, L. et al. Water-energy tradeoffs in data centers: A case study in hot-arid climates. *Resources, Conservation & Recycling*, v. 181, 2022.

MASSING, J. M. *Avaliação da pegada hídrica de aproveitamentos hidrelétricos brasileiros*. Universidade Federal de Santa Catarina, 2021.

SP-ÁGUAS. *Nota Técnica: Informações quanto à fiscalização de Data Centers no Estado de São Paulo*. São Paulo, 2025.

SPINDLER, W.; HAHN-PETERSEN, L. A.; HOSSEINI, S. Why circular water solutions are key to sustainable data centres. *World Economic Forum*, 2024.

THE GREEN GRID. *Water Usage Effectiveness (WUE): A Green Grid Data Center Sustainability Metric*. 2011.
WHITE & CASE. *Data centers and water: scrutiny and opportunity*. 2024.