ESTIMATIVA DE CONSUMO, VAZAMENTOS E DESEMPENHO DO SISTEMA DE BOMBEAMENTO COM BASE EM DADOS DO SISTEMA SUPERVISÓRIO: ESTUDO DE CASO.

Estimation of consumption, leaks, and system pumping performance based on data from the supervisory system: a case study.

Zabot, Paulo[1,2]; Costa, Bárbara[3]; Pereira, Pedro[4]; Ramos, Nuno[5]

[1] Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, CONSTRUCT – LFC, Porto, Portugal, up202204081@edu.fe.up.pt
[2] Câmara dos Deputados, Brasília-DF, Brasil, paulo.zabot@camara.leg.br
[3] Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Porto, Portugal, up202005130@edu.fe.up.pt
[4] Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, CONSTRUCT – LFC, Porto, Portugal, fpfp@fe.up.pt
[5] Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, CONSTRUCT – LFC, Porto, Portugal, nmmr@fe.up.pt

RESUMO

Este estudo apresenta os resultados das análises do consumo de água e do desempenho dos sistemas de bombeamento do Ed. Principal e Anexo I da Câmara dos Deputados. Trata-se de uma análise quantitativa baseada em dados secundários extraídos diretamente do sistema supervisório dos reservatórios e do conjunto de bombeamento. Os dados foram tratados e inseridos no Power BI, onde várias medidas foram calculadas para a criação de gráficos e tabelas do consumo anual, mensal, semanal, diário e horário, desempenho das bombas, estimativa de perdas e da ocupação. As perdas por vazamentos foram estimadas em 11,17%, cerca de 2.327 m³ ou R$ 83,9 mil. O custo anual com eletricidade para o bombeamento foi estimado em R$ 8,9 mil. A adoção de um bombeamento orientado a evitar a operação no horário de ponta via interligação entre os reservatórios com válvulas de abertura parcial operadas remotamente pode reduzir o custo de bombeamento em até 23,7%. A eficiência operacional do sistema pode ser elevada pela interligação dos reservatórios em um arranjo baseado no conceito de gêmeos digitais, incorporando benefícios da otimização das rotinas de manutenção e da redução de risco de desabastecimento. A taxa de ocupação estimada no consumo médio horário pode ser uma fonte importante para aprimorar os contratos de gestão dos espaços, sobretudo limpeza, segurança e serviços de apoio.

Palavras-chave: Sensores; Indicadores de consumo; Consumo horário; Taxa de ocupação; Custos de bombeamento.

ABSTRACT

This study presents the results of analyses of water consumption and performance of pumping systems in the Brazilian Parliament Palace and Annex I. This is a quantitative analysis based on secondary data extracted directly from the supervisory system of the reservoirs and the pumping set. The data were processed and uploaded to Power BI, where several measurements were calculated to create graphs and tables of annual, monthly, weekly, daily, and hourly consumption, pump performance, estimation of leaks and occupancy. Losses due to leaks were estimated at 11.17%, approximately 2,327 m³ or R$ 83.9 thousand per year. The annual cost of electricity for pumping was estimated at R$ 8.9 thousand. Adopting a pumping system designed to avoid peak-hour operation by interconnecting the reservoirs with remotely operated partial-opening valves can reduce pumping costs by up to 23.7%. The operational efficiency of the system can be increased by interconnecting the reservoirs in an arrangement based on the concept of digital twins, incorporating the benefits of optimizing maintenance routines and reducing the risk of shortages. The estimated occupancy rate based on the average hourly consumption can be an important source for improving space management contracts, especially cleaning, security, and support services.

Keywords: *Sensors; Consumption indicators; Hourly consumption; Occupancy rate; Pumping costs.*

DOI: https://doi.org/10.46421/sispred.v4.8170

1 INTRODUÇÃO

O Distrito Federal deve experimentar nas próximas décadas uma forte pressão sobre seus recursos hídricos. Ao mesmo tempo em que a população deve crescer 30% e alcançar 3,8 milhões de habitantes (Brasil, 2024), cresce o risco de escassez hídrica com a diminuição de até 40% na disponibilidade de água como consequência das mudanças climáticas (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2024).

O abastecimento urbano é responsável por quase 25% de toda água retirada para abastecimento no Brasil (Agência Nacional de Águas, 2019). Em 2019, o consumo de água potável para uso público no Distrito Federal totalizou 10 milhões de m³ (Castro *et al.*, 2021), dos quais 151,1mil m³ foram consumidos pela Câmara dos Deputados.

De 2002 a 2024, a Câmara dos Deputados reduziu em 59,6% o consumo de água potável, evitando o uso de 3,23 milhões de m³ e gerando uma economia estimada em R$ 116,5 milhões. Apesar dos avanços, há ainda uma redução potencial estimada em 31% (Zabot *et al.*, 2024). Alcançar essa redução adicional, entretanto, demanda ações de maior custo, prazo e complexidade técnica. Isso ocorre porque à medida que as ações mais simples e de maior retorno são identificadas e exploradas, restam aquelas de impacto mais limitado ou que exigem investimentos mais elevados.

A utilização de dados de sistemas supervisórios é nesse sentido uma oportunidade para identificar benefícios que vão além da redução do consumo. Este estudo tem por objetivo realizar análises técnicas com base em dados extraídos dos sistemas supervisórios da Câmara dos Deputados, sobretudo o cálculo de valores referenciais e indicadores de desempenho, e utiliza como referência o trabalho de Costa (2025).

A mensuração de valores referenciais é uma forma simples de avaliar a performance pois permite comparações a referenciais que sintetizam um grupo com características similares. A intensidade de uso da água (m³/m²/ano) e o consumo por ocupante (L/ocupante/dia ou m³/ocupante/ano) são dois dos indicadores mais utilizados (Dodd et al., 2017; Proença; Ghisi, 2010; U.S. Environmental Protection Agency, 2023).

A Tabela 1 apresenta os valores referenciais apurados de consumo por ocupante e por área, também denominada intensidade de uso da água, em vários países.

Tabela 1 - Referenciais de consumo *per capita* e intensidade de uso da água

País	Estudo	Intensidade de uso da água (m³/m²/ano)	Consumo *per capita* (L/ocupante/dia)	Fonte
Brasil	10 edifícios de escritórios		34,9 (menor) 101,6 (maior)	Proença e Ghisi (2010)
Austrália	132 edifícios de escritórios em várias cidades	0,91 (mediana)		Bannister, Munztinger e Bloomfield (2005)
Austrália	82 edifícios de escritório	0,62 (média) 0,67 - climatização a água		Rice e Tyler (2017)

		0,53 - climatização a ar		
Nova Zelândia	93 edifícios comerciais	0,76 (Auckland) 1,03 (Wellington)		Bint, Vale e Isaacs (2011)
Japão	Edifício de escritório	0,91	59,31	Murakawa, Ikeda e Doi (2017)
Portugal	2 edifícios comerciais		35,7 (durante a semana) 4 (finais de semana)	Santos *et al.* (2011)
Canadá	Edifícios com certificação BOMA BEST	0,54		Boma Best (2020)
Estados Unidos	9.627 edifícios comerciais	0,59 - Mediana	91,15	U.S. Environmental Protection Agency (2023)

Fonte: Adaptado de Hackbarth (2021)

2 METODOLOGIA

2.1 Estudo de caso

O estudo de caso é composto por dois edifícios: o Edifício Principal e o Anexo I da Câmara dos Deputados. A Tabela 2 apresenta um panorama dos sistemas prediais hidráulicos. O Edifício Principal e o Anexo I formam uma unidade de consumo.

Tabela 2 – Características do conjunto edificado

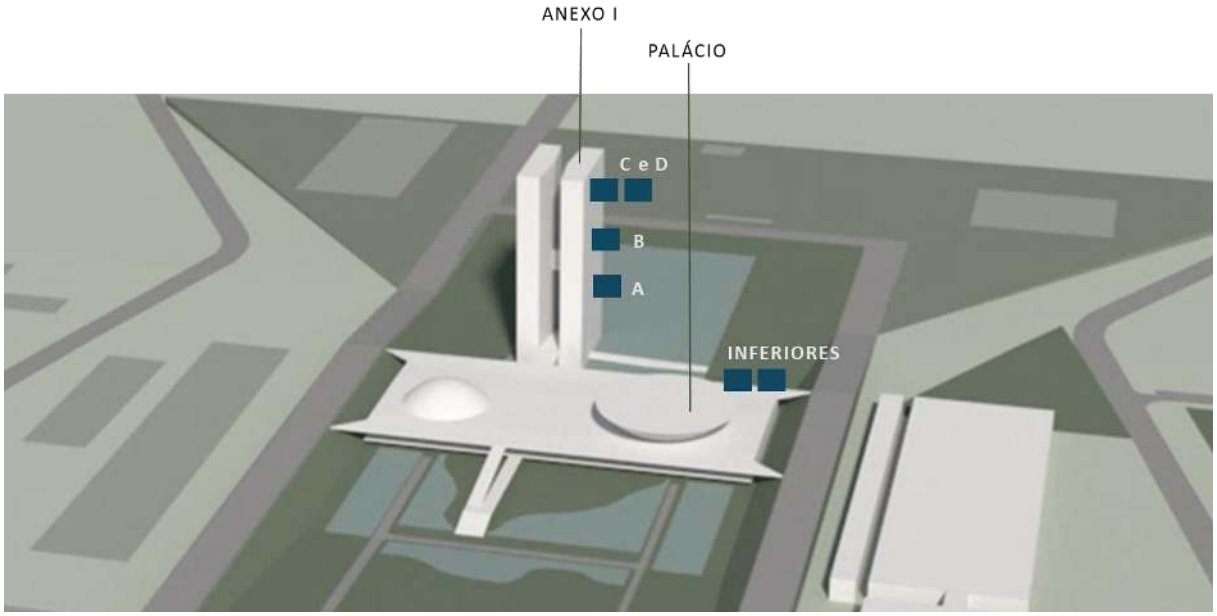
	Área (m²)	Ocupantes	Banheiros	Copas	Filtros de água
Edifício Principal	32.475	1.483	61	37	57
Anexo I	13.334	1.617	73	28	43
Total	45.809	3.100	134	65	100

Fonte: Acervo Câmara dos Deputados/Departamento Técnico (2025)

O conjunto edificado possui quatro reservatórios abastecidos pelo sistema de bombeamento, conforme

Figura 1. O Reservatório A abastece o Ed. Principal e do subsolo ao 9º andar do Anexo I. O Reservatório B abastece do 10º ao 18º andar do Anexo I e os Reservatórios C e D abastecem do 19º ao 28º andar do Anexo I.

Figura 1 - Reservatórios abastecidos pelo sistema de bombeamento



Fonte: Acervo Câmara dos Deputados/Departamento Técnico (2025)

Conforme Tabela 3, o Reservatório A é responsável por abastecer uma área e um número de ocupantes superior aos demais reservatórios. Os volumes dos reservatórios são medidos com sensores de nível de ultrassom. Os sensores medem a distância até a superfície da água, e com base na altura da lâmina de água o volume é calculado.

Tabela 3 - Características dos reservatórios e bombas

Reservatório	Volume de reservação (m^3)	Potência das Bombas (cv)	Área abastecida (m^2)	Ocupantes	Volume de reservação por área abastecida (L/m^2)	Volume de reservação por ocupante (L/ocupante)
A	11,00	12,5	37.333,5	2.087	0,3	6,0
B	10,54	20	3.857,2	615	2,7	32,5
C	12,47	25	4.288,7	398	5,8	62,8
D	12,47					

Fonte: Acervo Câmara dos Deputados/Departamento Técnico (2025)

2.2 Indicadores de consumo *per capita* e por área

Para o cálculo dos indicadores de consumo *per capita* e por área foi considerado o volume

total consumido no interior da edificação, medido com base no sistema supervisório dos reservatórios, o que inclui o consumo em copas, banheiros, lanchonetes e limpeza. A esse volume foi acrescido o volume consumido pelo sistema de ar-condicionado, que é alimentado diretamente, sem passar pelos reservatórios.

Para o consumo *per capita* foi considerada apenas a população fixa dos edifícios. A população flutuante foi desconsiderada.

2.3 Estimativa de perdas

As perdas foram estimadas assumindo o consumo verificado nos reservatórios em períodos em que o edifício não deveria apresentar consumo, tais como aos domingos ou durante a madrugada. Para tanto, faz-se necessário calcular os consumos médios diários e horários.

No caso do consumo médio horário, optou-se por utilizar um período bastante improvável de ocupação, das 2:00 às 4:00 da madrugada. A perda verificada no intervalo foi então projetada para as 24 horas do dia em questão, e a perda diária somada para todos os dias do ano.

2.4 Estimativa de ocupação

Segundo Rice e Tyler (2017), a fração do consumo total de um edifício impactado pela ocupação é de 65% para edifícios com centrais de ar-condicionado a água e de 75% para centrais a ar. O percentual restante está relacionado ao consumo base do edifício.

Para o estudo de caso, como o consumo médio horário verificado nos reservatórios não é afetado pelo ar-condicionado e o consumo base pode ser calculado com relativa precisão, a taxa de ocupação foi estimada presumindo que o consumo verificado decorria da ocupação. Essa metodologia pressupõe uma relação linear entre consumo e ocupação, o que pode não ser verdade em todos os contextos.

O consumo atribuído à ocupação foi calculado para cada hora como a diferença entre o consumo médio horário e o consumo base. A taxa de ocupação horária foi então calculada conforme Equação 1.

$$TO = \frac{C_{ocupação}}{\max\limits_{0h \leq x \leq 23h}(C_{ocupação})} \times 100 \qquad \text{(Eq. 1)}$$

sendo:

TO, a taxa de ocupação estimada (%);

$C_{ocupação}$, o consumo médio horário decorrente da ocupação (m^3/hora);

2.5 Indicadores do sistema de bombeamento

Foram calculados os indicadores considerados de maior importância para a gestão da manutenção, tendo em vista os dados disponíveis. Os indicadores calculados foram:

- Tempo total de operação para cada bomba;
- Número total de acionamentos;

- Tempo total de operação dividido pelo número total de acionamentos;
- Volume bombeado;
- Volume bombeado por acionamento;
- Custo bombeamento para cada bomba considerando o preço da energia no horário de ponta e fora de ponta;
- Volume bombeado para cada kWh consumido pela bomba.

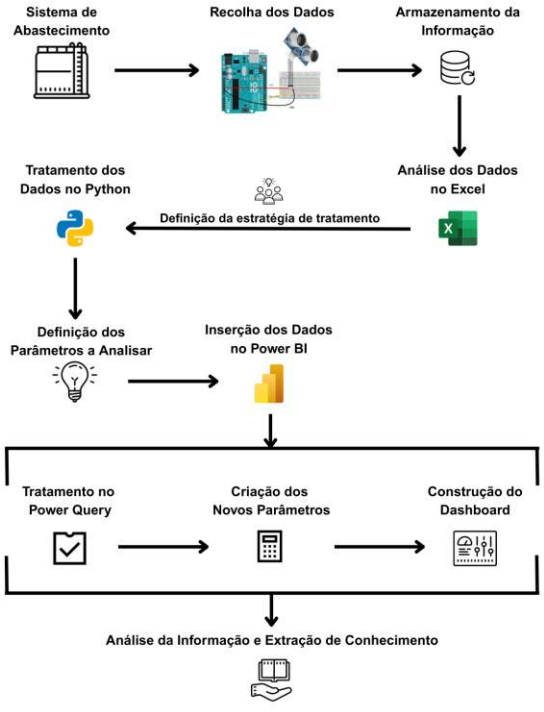
2.6 Extração e tratamento dos dados

Os volumes dos reservatórios são medidos com um sensor de nível ultrassônico. O sensor é instalado na parte superior do reservatório e mede a distância até a superfície da água. A partir da distância verificada e dos dados de geometria do reservatório é calculado o volume de água.

Os dados dos sensores são lidos pelo Arduino e mapeados em registros Modbus pré-definidos. O microcontrolador atua como servidor Modbus TCP/IP e disponibiliza os valores desses registros ao supervisório, que os guarda a cada minuto em um banco de dados.

A Figura 2 apresenta o fluxograma das etapas adotadas para a extração, tratamento e construção de gráficos e tabelas com medidas de interesse técnico e gerencial. Os dados extraídos do sistema supervisório compreendem o período de 1/1/2024 a 31/12/2024.

Figura 2 - Fluxograma adotado para extração, tratamento, construção de dashboard e análise dos dados



Fonte: Autores (2025)

O tratamento foi realizado em Python e os dados das bombas foram unidos aos dados dos reservatórios usando o campo de registro da data e hora como coluna de referência. Para dados em falta, foi realizado o preenchimento utilizando interpolação linear para blocos de até 15 registros consecutivos em falta. Para dados com ruído ou inconsistentes, como quando o nível do reservatório ultrapassava em 10% a capacidade máxima, foi realizada a exclusão da leitura.

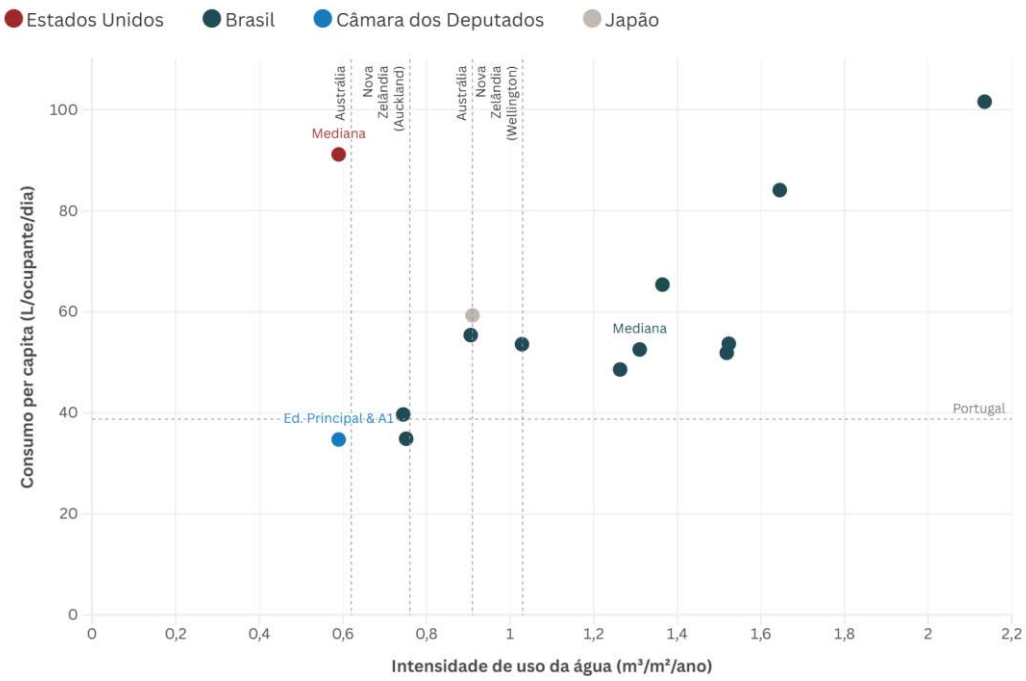
Os dados tratados foram inseridos no Power BI para a construção de painéis com gráficos e tabelas em razão da interatividade da ferramenta. Dados e materiais suplementares que sustentam os resultados deste estudo estão disponíveis mediante solicitação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Consumo

O consumo *per capita* do conjunto edificado foi de 34,75 L/ocupante/dia útil. A intensidade do uso da água foi de 0,59 m³/m²/ano. Como é possível observar na Figura 3, os parâmetros de consumo verificados estão abaixo dos valores referenciais encontrados na literatura listados na Tabela 1.

Figura 3 - Valores referenciais para consumo *per capita* e por área

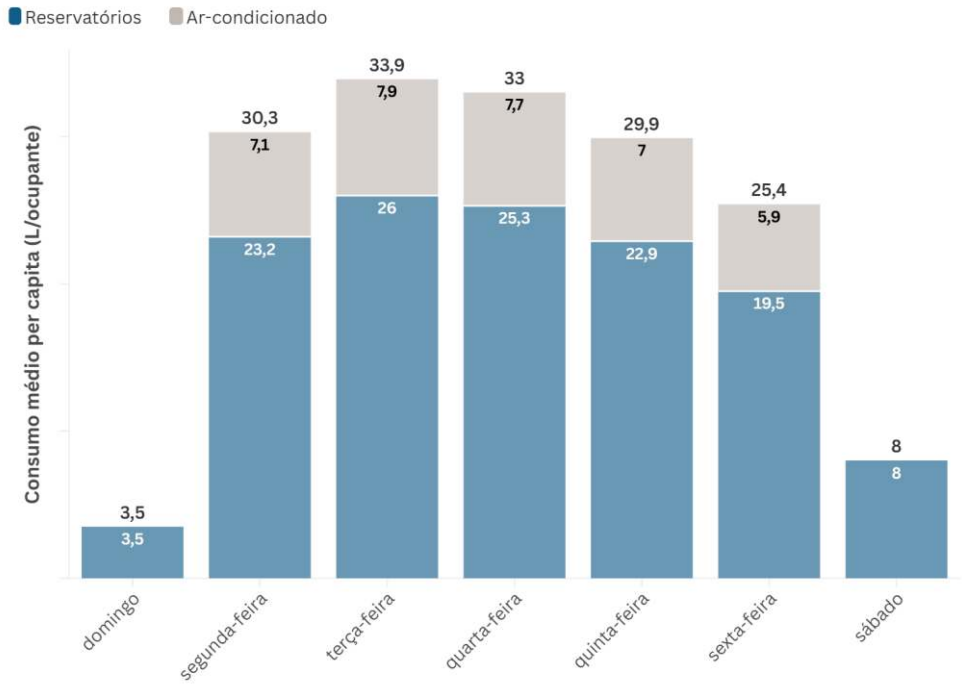


Fonte: Autores (2025)

O gráfico do consumo *per capita* por dia da semana,

Figura 4, indica que os maiores consumos diários ocorrem às terças-feiras e às quartas-feiras, dias de atividade parlamentar mais intensa. Cabe destacar que o sistema de ar-condicionado não é abastecido pelos reservatórios. Portanto, com o objetivo de permitir comparações e generalizações, o consumo *per capita* por dia da semana do ar-condicionado foi estimado tendo como referência o consumo *per capita* verificado nos reservatórios.

Figura 4 – Consumo *per capita* por dia da semana

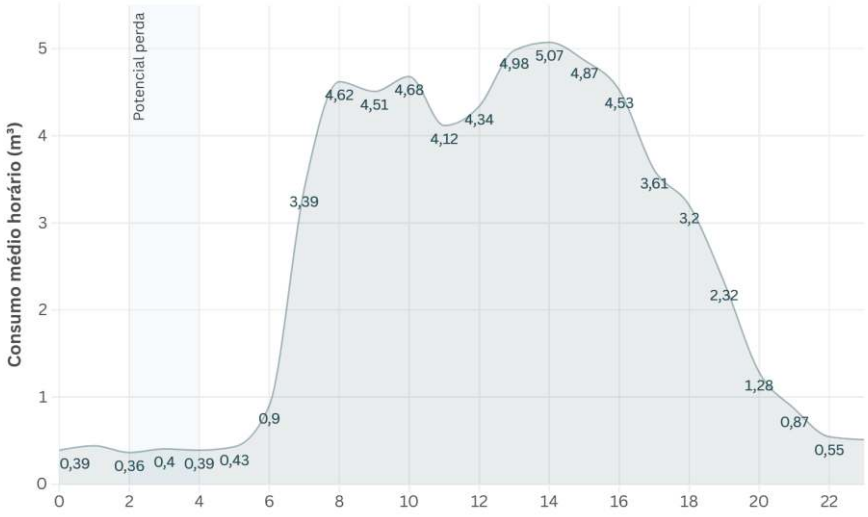


Fonte: Autores (2025)

Em relação ao referencial de consumo *per capita* dos dias da semana para edifícios públicos proposto por Santos *et al*. (2011), a diferença mais significativa ocorre aos sábados. Isso pode ser explicado pelo fato de a Câmara dos Deputados realizar várias rotinas de manutenção e limpeza aos sábados.

O consumo médio horário, representado na Figura 5, permite conhecer o padrão horário de consumo do edifício.

Figura 5 - Consumo médio horário (m³)



Fonte: Autores (2025)

3.2 Perdas estimadas

As perdas estimadas com base no consumo verificado na madrugada foram de 11,17%, levemente inferior à estimativa baseada no consumo do domingo, de 13,1%. O custo financeiro totaliza R$ 83,8 mil. A desagregação por reservatório apontou perdas mais elevadas nos reservatórios B, C e D, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Consumo total, perdas estimadas e custo financeiro

Reservatório	Consumo Total (m^3)	Perdas estimadas (m^3)	Percentual de perdas (%)	Custo perdas
A	12.887	833	6,47%	R$ 30.035
B	4.070	741	18,20%	R$ 26.695
C e D	3.881	753	19,39%	R$ 27.128
Total	20.838	2.327	11,17%	R$ 83.858

3.3 Sistema de bombeamento

Vários indicadores foram calculados para o sistema de bombeamento, conforme Tabela 5. Os dados desagregados por bomba indicam que no caso do Reservatório A, a bomba 2 apresenta um desempenho 15,6% superior à bomba 1. Nos Reservatórios C e D, a bomba 2 apresenta um desempenho 20,3% superior à bomba 1. No Reservatório B, as bombas apresentam desempenhos similares.

Tabela 5 – Indicadores de bombeamento

Reservatório	Reservatório A	Reservatório B	Reservatórios C e D

Tempo bombeamento	524,25 h	167,18 h	127,70 h
Tempo por acionamento	9,59 min	8,39 min	17,01 min
Volume bombeado	12.875 m³	4.071 m³	2.763 m³
Volume bombeado por acionamento	3,93 m³	3,40 m³	4,00 m³
Custo de bombeamento	R$ 4.488,8	R$ 2.316,8	R$ 2.089,6
Acionamentos	3.280	1.196	390
Performance	2.671,2 L/kWh	1.655,5 L/kWh	1.488,1 L/kWh

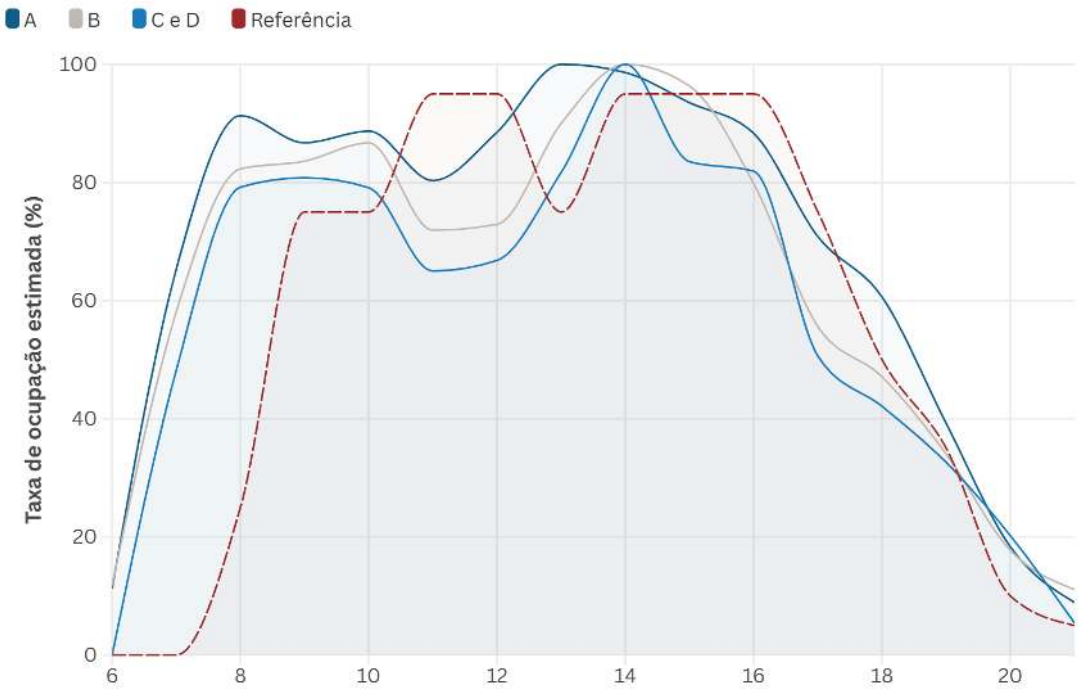
A análise dos dados indica ser tecnicamente viável as bombas não operarem no horário de ponta. O horário de ponta ocorre nos dias úteis, das 18:00 às 21:00, quando então o valor da energia elétrica é cerca de quatro vezes o valor da energia fora de ponta. Os reservatórios superiores possuem capacidade para suprir o consumo verificado. Para um intervalo de confiança de 95%, há probabilidade de 2,44% de o consumo superar a capacidade do Reservatório A, 0% do Reservatório B e 1,13% dos Reservatórios C e D. O enchimento forçado antes do horário de ponta permitiria economizar até R$ 2.108,2.

Constatou-se ainda haver um grande desbalanceamento nas horas totais de bombeamento de cada reservatório, o que afeta a otimização das rotinas de manutenção das bombas. O equilíbrio poderia ser alcançado com a utilização de sistemas inteligentes com o duplo objetivo de equilibrar o bombeamento e de alcançar o custo mínimo global. Com o custo mínimo global contemplando ao menos os custos de bombeamento, a otimização da manutenção e os riscos de desabastecimento.

3.4 Estimativa de ocupação

A Figura 6 apresenta as taxas de ocupação estimadas, considerando apenas os dias da semana, e taxa de ocupação referencial definida por Fisk *et al.* (2003).

Figura 6 - Taxa de ocupação estimada com base no consumo médio horário e taxa de ocupação de referência



Fonte: Autores (2025)

A ocupação do conjunto edificado no início da manhã ocorre uma hora antes do padrão indicado na referência. O mesmo ocorre em relação ao almoço. A ocupação do Ed. Principal totaliza 10,9 horas, superior à ocupação de referência, de 9 horas.

Ressalta-se que o erro associado ao cálculo da taxa de ocupação com o método proposto não foi aferido, o que configura uma limitação deste trabalho. Além disso, a aplicabilidade do método restringe-se a edifícios que disponham de reservatórios, uma vez que o volume de bombeamento em um dado intervalo de tempo não é igual ao consumo naquele intervalo de tempo.

3.5 Erros e limitações

Os dados ausentes para os reservatórios totalizaram 0,55% do total de leituras para o Reservatório A, 0,86% para o Reservatório B, 0,54% para o Reservatório C e 6,16% para o Reservatório D. O Reservatório D apresentou um número maior de dados em falta ou inconsistentes, sobretudo entre 20/11 e 31/12. A ausência maior de dados reduz a precisão dos indicadores do reservatório D. Para os Reservatórios A, B e C, a ausência de dados teve como fonte períodos em que o Arduino desligou por alguma falha na fonte de energia. No caso dos Reservatório D, os dados inconsistentes tiveram como fonte ruídos nas leituras do próprio sensor ultrassônico.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos se mostraram consistentes com a literatura e com o histórico de consumo e padrões já observados para o conjunto edificado. O consumo *per capita* do conjunto edificado foi de 34,75 L/ocupante/dia útil. A intensidade do uso da água foi de 0,59 m^3/m^2/ano. As perdas foram estimadas entre 11,2% e 13,1%, de 2,3 mil m^3 a 2,7 mil m^3, de R$ 83,9 mil a R$ 98,3 mil.

A interligação dos reservatórios em um arranjo baseado no conceito de gêmeos digitais pode aumentar a eficiência operacional do sistema de bombeamento. Entre os benefícios, além da redução do custo de bombeamento em horário de ponta, de até 23,7%, estão o impacto da otimização da manutenção das bombas e a redução do risco de desabastecimento por falhas de bombeamento, sobretudo no Reservatório A.

A precificação do risco de desabastecimento em locais críticos é um importante benefício indireto que deve ser objeto de pesquisas futuras.

Por fim, a taxa de ocupação estimada indicou que o Edifício Principal permanece ocupado por mais tempo do que o relatado na literatura. Verificou-se ainda um elevado potencial de uso dessas estimativas para o aprimoramento dos contratos de gestão dos espaços — especialmente os de limpeza, segurança e serviços de apoio. Para isso, contudo, é essencial a realização de estudos complementares com contagens diretas para verificar a precisão das estimativas obtidas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento Técnico da Câmara dos Deputados pelo suporte técnico e institucional que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho. Agradecem também ao FCT/MCTES (PIDDAC) pelo apoio financeiro (UIDB/04708/2020 e DOI 10.54499/UIDB/04708/2020), bem como à Unidade de Investigação CONSTRUCT – Instituto de I&D em Estruturas e Construções, pelas contribuições intelectuais e por proporcionar um ambiente de pesquisa instigante e desafiador.

REFERÊNCIAS

ACERVO CÂMARA DOS DEPUTADOS - DEPARTAMENTO TÉCNICO. **Documentação interna**, 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Manual de usos consuntivos da água no Brasil**. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/central-de-publicacoes/ana_manual_de_usos_consuntivos_da_agua_no_brasil.pdf>. Acesso em: 9 set. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Impacto da mudança climática nos recursos hídricos do Brasil: sumário executivo**. Brasília. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/ana-lanca-estudo-sobre-impactos-da-mudanca-climatica-nos-recursos-hidricos-das-diferentes-regioes-do-brasil/resumo-executivo_26012024.pdf>. Acesso em: 9 set. 2024.

BANNISTER, P.; MUNZINGER, M.; BLOOMFIELD, C. **Water benchmarks for offices and public buildings**. Disponível em: <https://coloradowaterwise.org/Resources/Documents/ICI_toolkit/docs/ppab06/Australia%20Benchmarks%20for%20Office%20Buildings.pdf>. Acesso em: 20 maio 2025.

BINT, L.; VALE, R.; ISAACS, N. **Water performance in New Zealand office buildings.** *In* WATER NEW ZEALAND ANNUAL CONFERENCE 2011. **Anais** […] Nova Zelândia: 2011. Disponível em: <https://www.waternz.org.nz/Attachment?Action=Download&Attachment_id=947>. Acesso em: 22 maio 2025.

BOMA BEST. **National Green Building Report**. Disponível em: <https://bomabest.org/wp-content/uploads/2023/04/2020_BOMA_NGBR_English_191114-2.pdf>. Acesso em: 23 maio 2025.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/pt/inicio.html>. Acesso em: 9 set. 2024.

CASTRO, K. B. DE *et al.* **Consumo de água tratada no Distrito Federal: um retrato pós crise hídrica**. Brasília: 2021.

COSTA, B. DE P. **Gémeo digital de gestão da água: aplicação à Câmara dos Deputados do Brasil**. 2025. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Porto, Porto, 2025.

DODD, N. *et al.* **Level(s)-A common EU framework of core sustainability indicators for office and residential buildings: Part 3**, União Europeia, Luxemburgo, 2017. Disponível em: <https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2020-10/20201013%20New%20Level(s)%20documentation_1%20Introduction_Publication%20v1-0.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2025.

FISK, W. J. *et al.* **Economizer system cost effectiveness: Accounting for the influence of ventilation rate on sick leave**. Lawrence Berkeley National Laboratory, 2003. Disponível em: <https://escholarship.org/uc/item/2px1f1mw>. Acesso em: 29 abr. 2025.

HACKBARTH, F. B. **Modelagem do consumo de água em escritórios: estudo de caso na cidade de Joinville**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2021. Disponível em: <https://www.udesc.br/arquivos/cct/id_cpmenu/706/2021_07_27_Francisco_Barbosa_Hackbarth_16328560354174_706.pdf>. Acesso em: 29 maio 2025.

MURAKAWA, S.; IKEDA, D.; DOI, A. **Estimation of water supply loads for the company cafeteria, hot-water service rooms and restrooms in an office building.** *In* INTERNATIONAL SYMPOSIUM CIB W062 ON WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS, 43rd. Haarlem. **Anais** [...], Holanda: 2017. Disponível em: <https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC30478.pdf>. Acesso em: 23 maio 2025.

PROENÇA, L. C.; GHISI, E. Water end-uses in Brazilian office buildings. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 54, n. 8, p. 489–500, 1 jun. 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344909002298>. Acesso em 3 jun. 2025.

RICE, P.; TYLER, B. **Water efficiency benchmarks: commercial buildings**. Disponível em: <https://www.watercorporation.com.au/-/media/WaterCorp/Documents/Help-and-advice/Waterwise-business-programs/Waterwise-office-program/commercial-office-water-efficiency-benchmarks-report.pdf>. Acesso em: 22 maio 2025.

SANTOS, C. *et al.* **A study on the alternatives to potable water supply.** *In:* INTERNATIONAL SYMPOSIUM CIB W062 ON WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS, 37th. Aveiro. **Anais** [...], Portugal, 2011. Disponível em: <www.anqip.com>. Acesso em: 22 maio 2025.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **US Energy Use Intensity by Property Type**. Disponível em: <https://www.energystar.gov/sites/default/files/tools/National%20WUI%20Technical%20Reference%202023_0719b.pdf>. Acesso em: 23 maio 2025.

ZABOT, P. *et al.* **Implicações práticas e teóricas de 21 anos de gestão hídrica na Câmara dos Deputados do Brasil**. *In* SIMPÓSIO E2H EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E HÍDRICA. Coimbra. **Anais** [...], Portugal, 2024.