

ANÁLISIS DEL CONSUMO DE AGUA EN EDIFICACIONES DE UNA UNIVERSIDAD FEDERAL DE BRAZIL

Danilo Ferreira Veiga^{1*}, Karla Alcione da Silva Cruvinel¹, Yuliana Menco Tapia¹

¹Escola de Engenharia Civil y Ambiental, Universidad Federal de Goiás (UFG), 74605-220, Goiânia, Brazil.

*E-mail: danilo_veiga@ufg.br

Recebido em: 29/07/2022

Aceito em: 03/09/2022

RESUMEN

El consumo de agua en los centros urbanos viene impactando cada vez más en el uso de los recursos hídricos disponibles, lo cual favorece el aumento de la presión ejercida sobre los manantiales. Así, el presente estudio tuvo como objetivo caracterizar el consumo de agua en las edificaciones de la Universidad Federal de Goiás (UFG) en Brasil, a través del análisis de datos de consumo e indicadores de consumo. La investigación se realizó mediante un análisis detallado de las facturas de agua de las 9 edificaciones de la universidad, que contaban con medidores de agua con lecturas confiables del año 2018 al 2021, donde se dividieron los bloques en dos sectores: administrativos y académicos. Los resultados mostraron que el promedio de Índice de Consumo (IC's) en el sector administrativo en 2018 y 2019 fue de 39,7 y 36,7 litros/empleador/día, respectivamente. En el sector académico, los valores fueron de 15,7 litros/alumno/día en 2018 y 17,4 litros/alumno/día en 2019. En 2020 y 2021, el estudio se limitó al consumo solo por la suspensión de las actividades en UFG en consecuencia de la pandemia. El sector académico presentó mayor medidas de consumo, con un total de 57 mantenimientos realizados en este sector en los años 2020 y 2021. De los mantenimientos realizados entre 2018 y 2021, el 46,3% correspondieron a los grifos. La ausencia de medidores de agua en las edificaciones fue el mayor obstáculo para el monitoreo del consumo y para la realización de la investigación.

Palabras-clave: Consumo de agua. Edificaciones. Indicadores. Mantenimientos.

1 Introducción

El agua es esencial para la vida, así como un bien indispensable para el desarrollo económico y humano. El aumento acelerado del proceso de urbanización, la expansión agrícola y la industrialización son parte de los factores que provocan la escasez de agua potable [1]. En los centros urbanos, el consumo de agua está afectando cada vez más el uso de los recursos hídricos disponibles y, para reducir esta presión, es fundamental gestionar el uso del agua y reducir el consumo en las edificaciones [2]. En este contexto, surgieron medidas de conservación del agua con propuestas de uso eficiente, a través de cambios en los sistemas hidráulicos e hidrosanitarios [3].

Por consiguiente, se deben evaluar acciones de conservación del agua que consideren tanto el uso de fuentes alternativas como a só vez, el uso eficiente del agua para reducir

la cantidad de agua necesaria para realizar las diferentes actividades de consumo [4]. Así pues, el uso de indicadores de consumo y su seguimiento permanente permite identificar y corregir aumentos de consumo no deseados [5]. En las edificaciones, gran parte del aumento de la demanda de agua está relacionado con las pérdidas en las instalaciones hidráulicas, los sistemas de distribución, y la implementación de sistemas de uso racional son contribuyentes a la reducción del desperdicio del agua [6]. Con mayor destaque, se encuentran los edificios públicos, que rutinariamente presentan averías en los sistemas hidrosanitarios, aumentando el consumo por pérdidas [7-10].

De acuerdo, con Kalbusch et al. [8], los altos índices de desperdicio de agua en el sector público se justifican principalmente por los bajos incentivos para el mantenimiento de los equipos hidrosanitarios, así como, infraestructura precaria y alta burocracia. En consecuencia de lo anterior, se construyeron

diversas acciones para enfrentar estas situaciones en diferentes áreas del sector público y optimizar la gestión de la demanda. En las instituciones públicas, las políticas de mantenimiento y la inspección constante de las instalaciones hidrosanitarias se traducen en una disminución significativa de las pérdidas de agua por fugas, lo que implica una reducción del consumo de agua y de los costos futuros [11]. Las prácticas frecuentes de monitoreo del consumo de agua en instituciones, que están asociadas a promover comparaciones entre los valores medidos de las diferentes edificaciones, lo cual representan una gran impacto en la reducción del consumo de agua a nivel predial [12-13].

Esta presente investigación, tuvo como objetivo caracterizar el consumo del agua en las edificaciones de la Universidad Federal de Goiás (UFG) a través del análisis de los datos de consumo, evaluando los sectores que tuvieron mayor demanda en las edificaciones.

2 Metodologia

La investigación fue aplicada en una Universidad Federal en Brasil, “Universidade Federal de Goiás”, en la sede principal ubicada en la ciudad de Goiânia del estado de Goiás. Por medio del levantamiento de facturas del agua de las 9 edificaciones ubicadas en la sede principal, las cuales contaban con medidores de agua confiables de los años 2018 a 2021.

Este levantamiento de la información, se realizó de acuerdo con los registros existentes en el Departamento de Infraestructura de la UFG, siendo el principal organismo responsable de la gestión del espacio físico de la Universidad. Con base en esa información otorgada, las edificaciones seleccionadas, todas pertenecientes al Campus Universitario II de la Universidad Federal de Goiás “Colemar Natal e Silva”, fueron divididos en dos sectores, siendo estos, el administrativo y el académico. El sector administrativo estuvo representado por las edificaciones en lo cual su totalidad o gran parte de la mayoría de los consumidores frecuentes eran servidores. En las edificaciones correspondientes al sector académico, los estudiantes fueron considerados los consumidores frecuentes más relevantes.

Para el cálculo de los indicadores de consumo se utilizó la metodología propuesta por Oliveira y Gonçalves [14]. Según estos autores, la ecuación 1 puede ser utilizada para determinar este indicador.

$$IC = (Cm \times 1000) / (NA \times Dm) \quad (1)$$

Dónde,

IC - Indicador de consumo (litros/agente consumidor x dia);

Cm - consumo mensual (m³/mes);

NA - número de agentes consumidores;

Dm - Número de días hábiles en ese mes

El levantamiento de la información con relación a los agentes consumidores de cada edificación fue realizado para los años 2018 y 2019. Tal recopilación de datos, se llevó a cabo de acuerdo a las informaciones proporcionadas por las unidades, las cuales reportaron el promedio anual de los agentes consumidores. Para los años 2020 y 2021, el levantamiento de la información fue inviable realizarlo debido a la pandemia COVID-19, el cual paralizó el mundo entero y restringió diferentes actividades en muchos sectores, entre esos, la asistencia a clases presenciales en la Universidad Federal de Goiás. Durante este periodo, no se registró el flujo de los principales usuarios consumidores en las edificaciones las cual fueron objeto de estudio, lo que imposibilitó realizar el cálculo del IC's, limitando el estudio al análisis del consumo de agua potable sin el uso de indicadores.

Con el apoyo del Departamento de Infraestructura de la UFG, a través de los sistemas de registro de Ordenes de Servicio (OS's), fue posible obtener registros de los mantenimientos realizados en los sistemas hidráulicos de los edificios. Estos registros se utilizaron para analizar las variaciones del consumo en los períodos estudiados.

3 Resultados y discusiones

Para la obtención de datos como los indicadores de consumo, fue necesario recopilar información de los agentes consumidores de las edificaciones seleccionadas. El Tabla 1 presenta tal información, junto con las unidades y sus respectivos sectores, para los años 2018 y 2019. De las edificaciones analizadas, 3 fueron clasificadas como administrativos y 6 como académicos.

Tabla 1. Edificios seleccionados para la determinación de indicadores de consumo.

Sector	Area	Agentes consumidores 2018	Agentes consumidores 2019
Subsistema Integrado de Atención a la Salud del Servidor (SIASS)	Administrativo	31	31
Centro de Psicología		20	20
Radio Universitaria		29	29
Instituto de Patología Tropical y Salud Pública (IPTSP)		295	318
Facultad de Nutrición (FANUT) y Facultad de Enfermería (FEN)	Académico	427	451
Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión del Adolescente (CEPEA)		91	109
Facultad de Medicina (FM)		534	554
Facultad de Educación (FE)		876	899
Planetario		1583	1667

La regional Goiânia de la UFG cuenta actualmente con 2 Campus: Colemar Natal e Silva y Samambaia. Sin embargo, como se puede observar en la Tabla 1, todas las unidades seleccionadas pertenecen al Campus Colemar Natal e Silva. Esto debido al hecho a que en el Campus Samambaia los contadores de agua existentes dan servicio a numerosas edificaciones universitarias, además de la existencia de varias ramificaciones y desviaciones en las tuberías que hacen inviable la correspondencia entre las edificaciones y el sistema de medida del agua disponible. Esto, significando que no fue posible identificar los bloques a los que sirven los medidores de agua. En el caso de los edificios seleccionados en esta investigación, se aseguró que estuvieran disponibles contadores de agua, el cual registrarán el consumo exclusivamente de estas unidades, sin desviaciones de la red, evitando así contabilizar datos de otros edificios, y teniendo mayor

precisión en los resultados, favoreciendo la valoración correcta del histórico de consumo.

Para un análisis más detallado, teniendo en consideración los periodos de temporada de alta y baja ocupación de los bloques universitarios y a su vez, las variaciones climáticas a lo largo del año, se determinaron los indicadores de consumo mensual de los edificios seleccionados para los años 2018 y 2019, como se muestra en las Figuras 1 a 4.

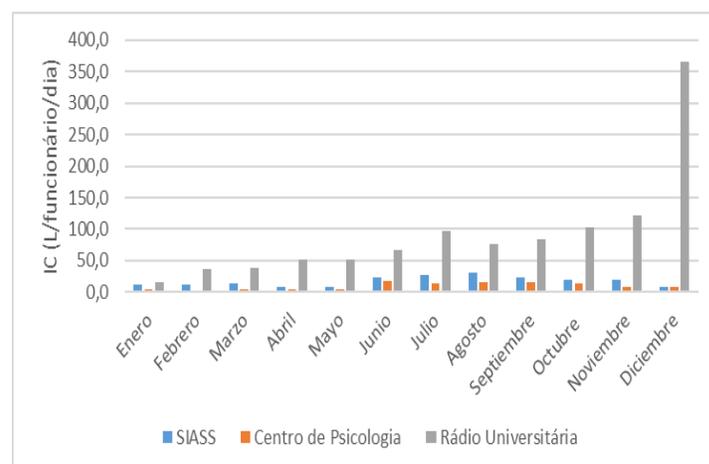


Figura 1- IC del sector administrativo a lo largo del 2018.

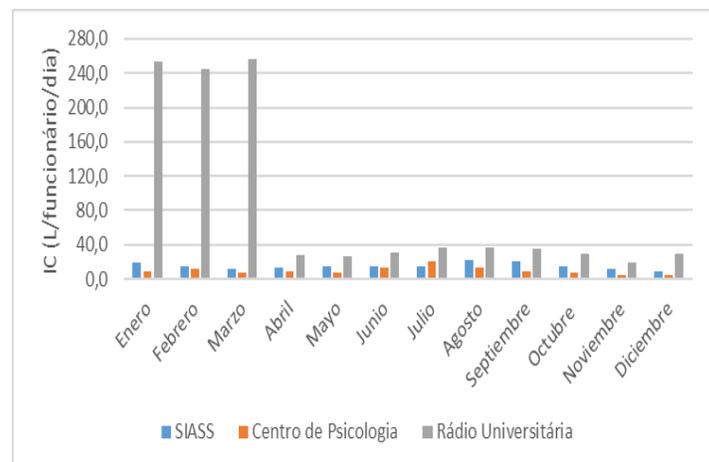


Figura 2 - IC del sector administrativo a lo largo del 2019.

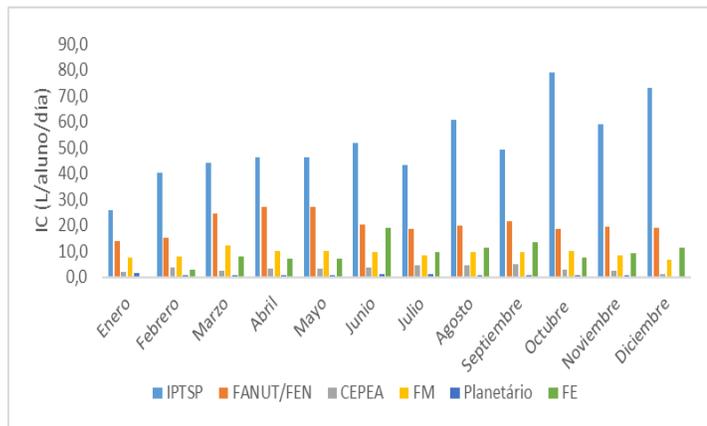


Figura 3 - IC del sector académico a lo largo del 2018.

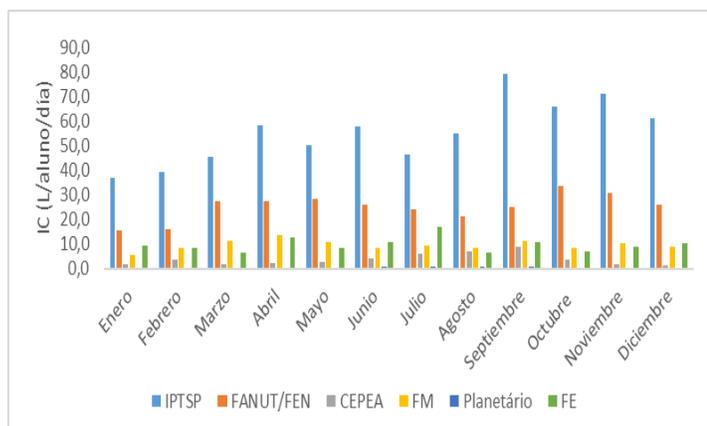


Figura 4 - IC del sector académico a lo largo del 2019.

Para el sector académico, en el mes de enero, siendo un mes de vacaciones, los IC's fueron menores en comparación con los otros meses del año. Por otra parte, en el sector administrativo, no se pudo afirmar que las vacaciones de los servidores públicos, pudieran influir en los IC's, puesto que no existe un mes exclusivo para las vacaciones, como es el caso en el sector académico, siendo este diferente, ya que en el área administrativa de la universidad, cada funcionario es responsable de definir el período de vacaciones de su preferencia.

El IC's promedio en el sector administrativo en 2018 y 2019 fue de 39,7 y 36,7 litros/funcionario/día, respectivamente. En el sector académico, los valores fueron de 15,7 litros/estudiante/día en 2018 y 17,4 litros/estudiante/día en 2019. Esto sugiere que los

IC's en el sector administrativo pueden ser más altos que en el sector académico. Sin embargo, al observar los IC's mensuales, se puede observar que el promedio del sector administrativo está muy influenciado por los IC's obtenidos entre los meses de diciembre de 2018 y marzo de 2019 para el edificio Rádio Universitaria. Dichos valores pueden ser caracterizados como atípicos, ya que difieren drásticamente de otros IC's en este sector. Una mejor visualización de estas variaciones puede ser observada en las Figuras 5 a la 8.

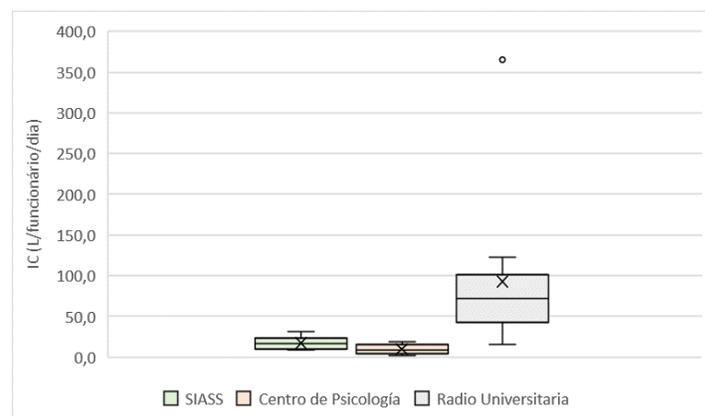


Figura 5 - Distribución en boxplot de los IC's del año 2018 del sector administrativo.

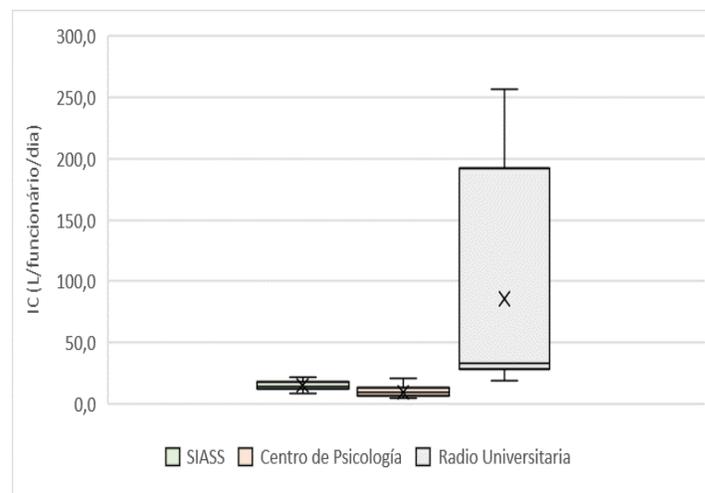


Figura 6 - Distribución en boxplot de los IC's del año 2019 del sector administrativo.

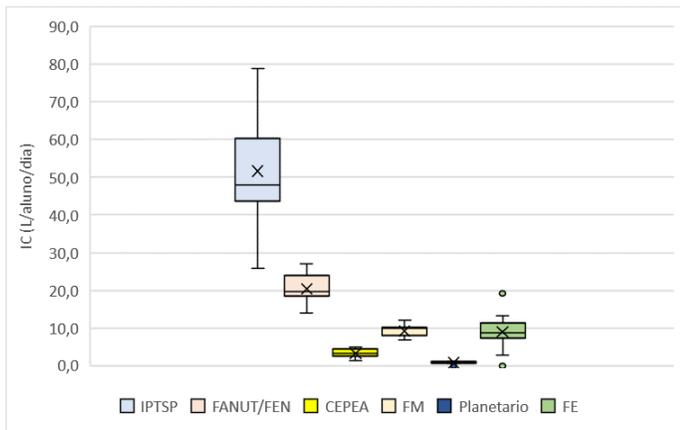


Figura 7 - Distribuição em boxplot de los IC's del año 2018 del sector académico.

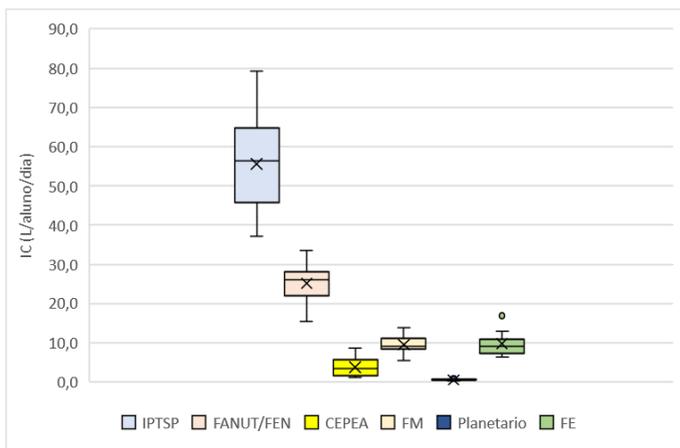


Figura 8 - Distribuição em boxplot de los IC's del año 2019 del sector académico.

La presencia de valores discrepantes de IC (valores atípicos) no se justifican solamente por las variaciones climáticas y el flujo de ocupación, puesto que estos valores sufrieron gran variación considerando el mismo mes en diferentes años. Como el sistema hidráulico de estos edificios es antiguo, es una posible explicación al porqué de esta variación en los IC's, especialmente por la presencia de fugas, específicamente aquellas que son provenientes de tuberías, hecho que podría confirmarse con el análisis de los OS's. Con los registros existentes fue posible obtener la distribución de mantenimiento en los sistemas hidráulicos de las unidades en los años 2019 y 2020, como se muestra en la Figura 9.

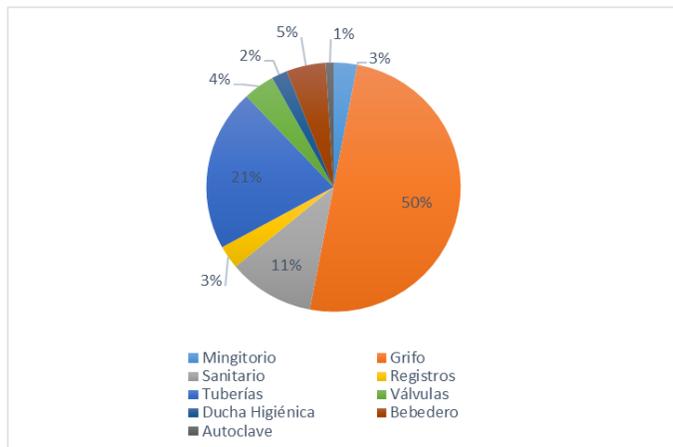


Figura 9 – Registro de OS's para el sistema hidráulico em 2018 y 2019.

Las intervenciones en los grifos representan una cantidad muy significativa del 50% de los mantenimientos. Sin embargo, la gran proporción de fugas son las principales causantes de los IC'S debido a los daños en las tuberías. Incluso representando el 21%, los registros de las OS'S muestran que en los períodos en que se registraron fugas en las tuberías hubo un gran aumento en el IC, especialmente en el caso de Radio Universitaria, que tenía OS's que reportaron fugas en las tuberías al final de 2018

Para el período 2020 y 2021, el análisis se centró únicamente en las mediciones de consumo. No obstante, los datos obtenidos sirvieron para verificar los impactos de la pandemia, como se puede apreciar en las Figuras 10, 11, 12 y 13.

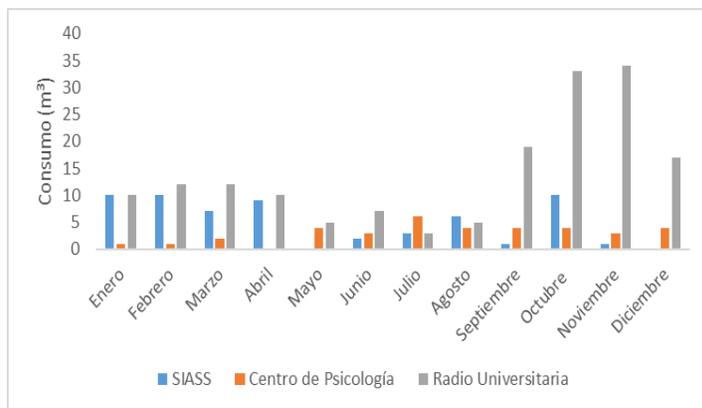


Figura 10 - Consumo del sector administrativo a lo largo del 2020.

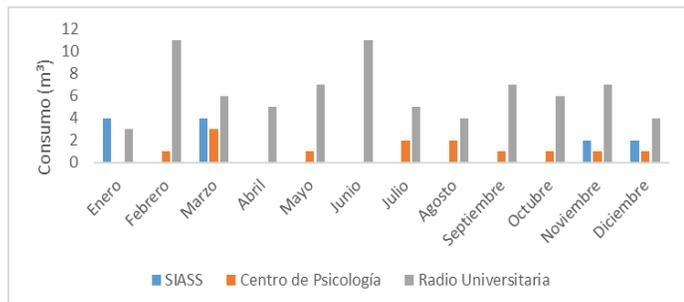


Figura 11 - Consumo del sector administrativo a lo largo del 2021.

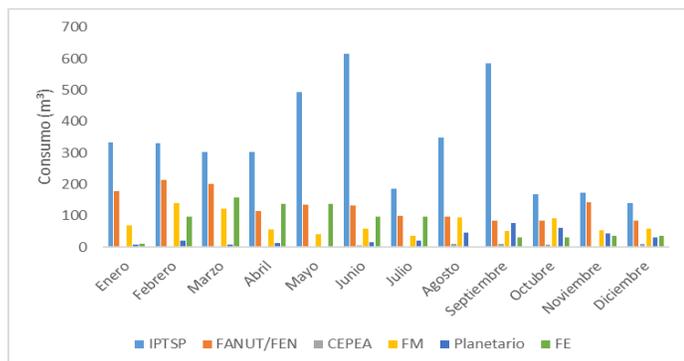


Figura 12 - Consumo del sector académico a lo largo del 2020.

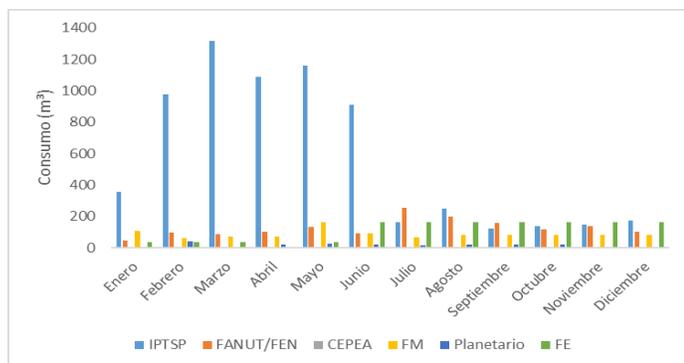


Figura 13 - Consumo del sector académico a lo largo del 2021.

Como se observa, el consumo en la mayoría de los edificios se redujo considerablemente. Entre los dos sectores, el académico presentó mayores medidas de consumo, pasando de 148,4 m³ en 2018 y 162,9 m³ en 2019 a 107 m³ en 2020 y 151,8 m³ en 2021, debido a la continuidad de las actividades en la investigación y de la presencia de fugas, ya que una en total fueron registrados 57

mantenimientos en este sector en los años 2020 y 2021, contra solo 15 registros en el sector administrativo en el mismo período. Llamó la atención el edificio del IPTSP, debido a que cuenta con varios equipos consumidores de agua (autoclaves, máquinas de hielo, destiladores) y que continuó con la mayoría de sus actividades de investigación, incluso aquellas relacionadas con el COVID-19, lo que justifica el mayor consumo de esta unidad comparada a las otras unidades. La Figura 14 muestra la distribución del mantenimiento en los años 2020 y 2021.

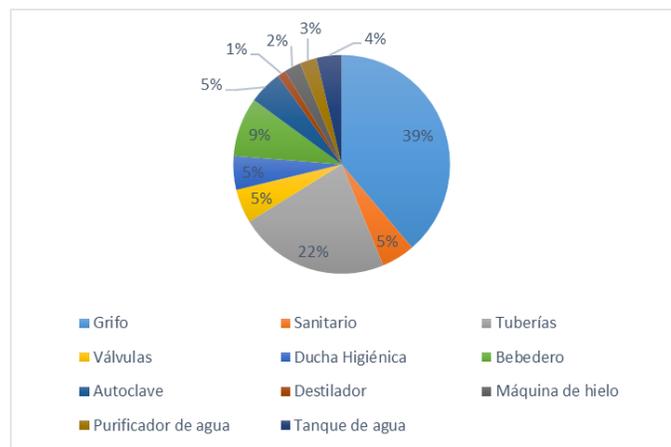


Figura 14 - Registro de OS's para el sistema hidráulico em 2020 y 2021.

Nuevamente, el mantenimiento de grifos representó el mayor porcentaje y las fugas en tuberías fueron las más significativas para el aumento atípico del consumo de agua en las unidades durante el período de pandemia.

4 Conclusiones

La ausencia de contadores de agua en los edificios de la UFG es sin duda un gran obstáculo para la monitorización de los consumos y para la realización de estudios que involucren la recolección de este tipo de datos. De acuerdo con los gráficos mensuales de variación de los IC's obtenidos, el sector académico presenta mayores índices a lo largo de la mayor parte de los meses en comparación con el sector administrativo. Sin embargo, al observar el valor promedio anual de cada sector, el sector administrativo tiene promedios más altos, impulsado por registros de consumo mensual atípico (outliers). Es importante mencionar

que, para la correcta comparación entre sectores, es necesario cuantificar el aporte de las fugas en el consumo total de las edificaciones, lo cual no fue posible en el presente estudio debido a la falta de sectorización interna de los consumos en las edificaciones. Aun así, fue posible verificar que las mayores causas de aumento del IC son las fugas en las tuberías. Para el período de 2020 a 2021, entre los sectores abordados, la baja reducción del consumo fue más clara en el IPTSP, al compararse con el período de 2018 a 2019. Esto se debe a la continuidad de las actividades de investigación y las disfunciones encontradas en los registros de los mantenimientos realizados en esta unidad. En cualquier caso, la suspensión de las actividades en la UFG fue responsable de una importante caída del consumo en la mayoría de las unidades de ambos sectores. Los grifos representaron el mayor porcentaje de intervenciones registradas, ya que los mantenimientos realizados entre 2018 y 2021, el 46,3% fue solo en este tipo de instalación hidrosanitaria.

ANALYSIS OF WATER CONSUMPTION IN BUILDINGS AT A FEDERAL UNIVERSITY OF BRAZIL

ABSTRACT: Water consumption in urban centers is increasingly impacting the use of available water resources, which favors the increase in pressure imposed on springs. Thus, the present study has as a purpose to characterize water consumption in buildings at the Federal University of Goiás through the analysis of consumption data and consumption indicators. The research was realized by surveying the water bills of the 9 UFG buildings that had water meters with reliable readings from 2018 to 2021, where the buildings were divided into two sectors: administrative and academic. The results showed that the average CI's in the administrative sector in 2018 and 2019 was 39.7 and 36.7 liters/employee/day, respectively. In the academic sector, the values were 15.7 liters/student/day in 2018 and 17.4 liters/student/day in 2019. In 2020 and 2021, the study was limited only to consumption due to the stoppage of part of the activities at UFG. The academic sector was the one with the highest consumption averages, with a total of 57 maintenance performed in this sector in 2020 and 2021. Of the maintenance performed between 2018 and 2021, 46.3% were on taps. The absence of water meters in buildings was the biggest obstacle to consumption monitoring and conducting of the research.

Keywords: Water consumption. Buildings. Indicators. Maintenance.

Referências

- [1] GUEDES, M. J. F.; RIBEIRO, M. M. R.; VIEIRA, Z. M. de C. L. Alternativas de gerenciamento da demanda de água na escala de uma cidade. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Vol. 19, n. 3, p. 51-62, 2014.
- [2] MOSTAFAVI, N.; GÁNDARA, F.; HOQUE, S. Residential Water Consumption Modeling in the Integrated Urban Metabolism Analysis Tool (IUMAT). *Resources, Conservation and Recycling*, v. 131, p. 64–74, 2018.
- [3] MEIRELES, I. et al. User Preferences and Water Use Savings Owing to Washbasin Taps Retrofit: a case study of the DECivil building of the University of Aveiro. *Environmental Science and Pollution Research*, p. 1-11, 2017.
- [4] CBIC/SENAI. *Gestão dos Recursos Hídricos na indústria da construção: uso eficiente da água em edificações residenciais*. 131 p. São Paulo: jul de 2016.
- [5] ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 16782: Conservação de água em edificações – Requisitos processos e diretrizes*. Rio de Janeiro, 2019.
- [6] ZAMPROGNO, A. P. M. *Consumo de água em unidades básicas de saúde no município de Vitória-ES*. 2021. 114p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável). Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. Vitória - ES.
- [7] DEMANBORO, A. C.; FABIANO, B.; LONGO, R. M.; BETTINE, S. Do C. *Avaliação do consumo de água em torneiras em ambiente universitário*. *Ambiente Construído*, v. 15, n. 3, p. 135-14, 2015. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212015000300031>>. Acesso em: 01 jun. 2022.
- [8] KALBUSCH, A.; GONÇALVES, F.; CUREAU, R. J.; DEFAVERI, D.; RAMOS, D. A. *Avaliação das condições de operação de equipamentos hidrosanitários em edificações públicas*. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 393-408, jan./mar. 2018.
- [9] NÓBREGA, C. M. B. *Conservação de água potável em uma escola municipal de ensino fundamental – estudo de caso*. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2019.
- [10] NUNES, L. G. C. F.; *Indicadores de consumo de água em uma escola estadual de Recife-PE*. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade de Pernambuco. Recife, PE, 2015.
- [11] NUNES, L. G. C. F.; WANDERLEY, T. R. de B.; SILVA, S. R. *Indicadores de consumo de água, vazamentos e perdas: estudo de caso das escolas públicas do Recife*. *Revista Científica ANAP Brasil*, v. 10, p.10-20, 2017.
- [12] CAZAES, T. R. S.; CRUZ, R. G.; FIRST, A. K.; GONÇALVES, M. do S. *Conservação de água em edificações universitárias. Fatores que influenciam o consumo e critérios para sua avaliação: comparação de três unidades da UFBA*. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 75–85, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/28085>. Acesso em: 15 jan. 2022.

[13] SOARES, A. E. P.; DO PRADO, A. R. M.; DA SILVA, S. R. O monitoramento como ferramenta da redução do consumo de água potável na faculdade de ciências da administração de pernambuco – FCAP/UPE. *Tecno-Lógica*, v. 23, n. 1, p. 42-48, 2019.

[14] OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. M. Metodologia para a implantação de programa de uso racional de água em edifícios. *Boletim Técnico da USP*. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.