



ENTAC 2024

XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024



Aspectos da conservação e da manutenção do sistema de cobertura plana do ICC

Aspects of the conservation and maintenance of the ICC flat roof system

Lara Monalisa Alves dos Santos

Universidade de Brasília | Brasília | Brasil | laramonalisa.a@gmail.com

Matheus Gregorio Kaminski

Universidade de Brasília | Brasília | Brasil | matheuskaminski@unb.br

Bruno Moraes Guimarães

Universidade de Brasília | Brasília | Brasil | bguimaraes@unb.br

Vanda Alice Garcia Zanoni

Universidade de Brasília | Brasília | Brasil | vandazanoni@unb.br

Resumo

A cobertura plana do Instituto Central de Ciências (ICC) da Universidade de Brasília constitui-se como o elemento integrador da unidade volumétrica do edifício, influência dos grandes planos horizontais na arquitetura moderna. Neste artigo, discute-se o potencial de uso da cobertura para a instalação de novos equipamentos e os possíveis impactos dessas interferências nos elementos da cobertura e suas interfaces, considerando diferentes demandas de manutenção e vida útil. O levantamento documental permitiu acesso aos projetos originais. Além disso, utilizou-se o drone para a inspeção predial e aquisição de imagens. Embora alguns equipamentos sempre estivessem presentes na cobertura do ICC, essas instalações geram fragilidades nas interfaces entre os diferentes elementos construtivos. A pesquisa identificou manifestações patológicas em regiões e pontos críticos que aceleram a degradação do sistema construtivo, além daquelas ações de manutenção incompatíveis com a conservação e durabilidade da cobertura. Busca-se contribuir com reflexões e diretrizes para a renovação e a gestão da manutenção do edifício. A demanda crescente por sistemas de climatização e geração de energia, por exemplo, requerem instalações adequadas, planejadas e projetadas levando-se em consideração as características da edificação, no entanto, sem afetar, principalmente, a cobertura.

Palavras-chave: Cobertura plana. Equipamentos. Instalações prediais. Planos horizontais. Gestão da manutenção.

Abstract

The flat roof of the Central Institute of Sciences (ICC) at the University of Brasília serves as the integrating element of the building's volumetric unit, influenced by the large horizontal planes in modern architecture. This article discusses the potential use of the roof for the installation of new equipments and the possible impacts of these interferences on the roof elements and their interfaces, considering different maintenance demands and life service. The documentary survey provided access to the original projects. Additionally, a drone was used for building inspection and



image acquisition. Although some equipment has always been present on the ICC roof, these installations create vulnerabilities in the interfaces between different construction elements. The research identified pathological manifestations in critical regions and points that accelerate the degradation of the construction system, in addition to maintenance actions incompatible with the conservation and durability of the roof. The aim is to contribute with reflections and guidelines for the renovation and maintenance management of the building. The growing demand for air conditioning and energy generation systems, for instance, requires adequate, planned, and designed installations considering the building's characteristics, however, without mainly affecting the roof.

Keywords: Flat roof. Equipment. Building services. Horizontal planes. Maintenance management.

INTRODUÇÃO

O Instituto Central de Ciências – ICC é o principal edifício do *campus* Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília – UnB. Foi projetado por Oscar Niemeyer e construído entre os anos de 1963 e 1973, utilizando estrutura pré-fabricada de concreto armado aparente (Figura 1). A grande cobertura plana, com mais de 42.000m² de impermeabilização com proteção mecânica, cobre dois blocos paralelos em curvatura, com aproximadamente 720m de comprimento.

Figura 1: Vista panorâmica dos grandes planos horizontais das coberturas do Instituto Central de Ciências da Universidade de Brasília.



Fonte: os autores.

Com mais de 50 anos em uso, o estado de conservação do sistema de cobertura do ICC revela danos que comprometem a sua estanqueidade. Ao longo dos anos, os reparos efetuados nas lajes impermeabilizadas se limitaram às manutenções corretivas, não havendo ações planejadas para manutenções preventivas. O envelhecimento natural da materialidade dos elementos e componentes da cobertura, associado às movimentações térmicas e estruturais, demanda um processo de renovação e ações de manutenção da

edificação e de seus sistemas, a fim de preservar o seu significado cultural e os requisitos de manutenibilidade.

Além disso, embora alguns equipamentos estivessem sempre presentes na cobertura, essas instalações acabam por afetar a imagem do edifício. As instalações de equipamentos dos mais diversos tipos posicionados sobre as lajes causam impacto não só no sistema de impermeabilização e em sua manutenção, mas também na feição que se pretende preservar da cobertura plana, como um dos atributos do edifício.

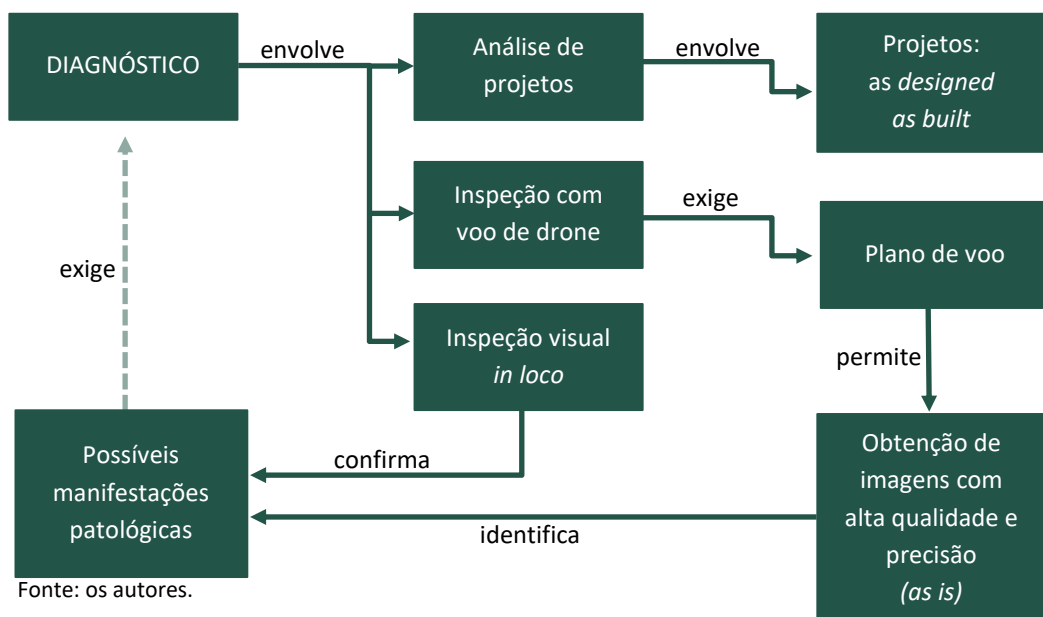
Devido às demandas por atualizações e adequações dos espaços físicos, laboratórios e salas de aula, crescem as necessidades por sistemas de ar-condicionado, geração de energia fotovoltaica, monitoramento, segurança patrimonial e de pessoas. Nesse contexto e diante da necessidade premente de renovação da cobertura plana, o objetivo deste artigo é investigar o potencial de uso da cobertura para a instalação de novos equipamentos e sistemas. Como contribuição, discute-se a incidência das manifestações patológicas e a sua interferência nos elementos da cobertura e suas interfaces, considerando diferentes demandas de manutenção e prazos de vida útil.

ABORDAGEM METODOLÓGICA

Para embasar as análises da situação atual (*as is*) da cobertura plana, foi realizado um levantamento documental que permitiu o acesso às informações do projeto original (*as designed*) e do projeto como construído (*as built*). Os projetos foram fornecidos pelo Centro de Planejamento Oscar Niemeyer (CEPLAN). As informações sobre a condição em que o edifício se encontra foram obtidas por meio de inspeções visuais, com o auxílio de drone para a aquisição de imagens.

O mapa de fluxo de processos da Figura 2 indica as relações entre os procedimentos e as técnicas adotados que embasaram o diagnóstico, que é o ponto de partida e também de chegada do processo.

Figura 2: Mapa de fluxo de processos para diagnóstico dos danos e falhas ocasionados pela instalação de equipamentos e sistemas prediais em cobertura.



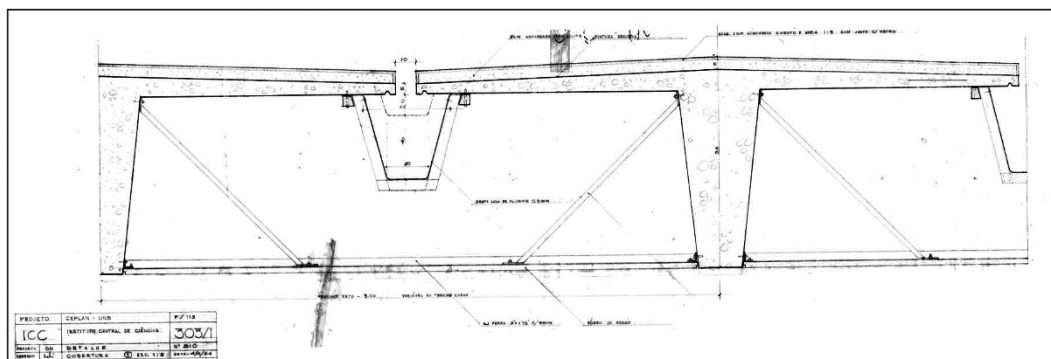
Os dados e as informações obtidos nos projetos, nas inspeções realizadas com o auxílio de drone e na inspeção visual *in loco* foram analisados para a identificação das regiões e pontos críticos com manifestações patológicas. Para o diagnóstico, foram analisadas as anomalias e falhas existentes e suas possíveis causas.

O exame dos projetos da edificação, comparativamente com a situação atual dos equipamentos instalados na cobertura, sinaliza alterações que induzem aos danos existentes na edificação. Tais anomalias ou falhas podem causar danos que, por sua vez, podem evoluir e afetar aspectos de segurança e habitabilidade do edifício, bem como a redução de seu valor cultural em razão da degradação de seus atributos significativos.

CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO DA COBERTURA E SUAS PARTES

O sistema estrutural em concreto armado aparente do Instituto Central de Ciência é definido pelos grandes pórticos pré-fabricados que se repetem a cada 3 metros [1]. A cobertura é definida pelos painéis do tipo vigas T protendidas com seção de geometria variável, com 1m de altura, vencendo vãos de 29,60 m no Bloco A e 26,65 m no Bloco B, medidos de eixo a eixo dos pilares [2]. Externamente, os pilares apoiam vigas-calha longitudinais que, por sua vez, servem de apoio aos painéis pré-moldados das lajes, sem formarem uniões rígidas entre si [3], e que distam, em projeto, 10 cm entre si, permitindo o escoamento das águas pluviais para dentro das calhas em alumínio sem que haja obstrução. O detalhamento construtivo foi desenvolvido e desenhado por João Filgueiras, o Lelé, conforme consta nos projetos arquitetônicos (Figura 3).

Figura 3: Projeto executivo dos painéis estruturais pré-moldados e da calha de alumínio da cobertura do Instituto Central de Ciências da Universidade de Brasília.



Fonte: Arquivo do Centro de Planejamento Oscar Niemeyer – UnB.

Entre os painéis de laje da cobertura, posicionam-se as calhas internas de alumínio que recebem as águas pluviais e as conduzem para as vigas-calha longitudinais em concreto, que se estendem por ambas as fachadas externa dos blocos A e B do ICC. Desta forma, a superfície superior inclinada do painel de laje propicia o caimento das águas pluviais para as calhas presentes entre os painéis e visíveis no teto aparente dos ambientes internos (Figura 4).

Figura 4: Vista interna dos painéis estruturais pré-moldados e calha de alumínio da cobertura do Instituto Central de Ciências da Universidade de Brasília.



Fonte: os autores.

Os painéis pré-moldados e as vigas-calha foram originalmente impermeabilizadas por um sistema de membrana impermeável (pintura “decofix”). Como proteção mecânica, foram aplicadas placas pré-moldadas modulares de 7cm de argamassa de vermiculita (argamassa leve de isolamento térmico), que receberam uma fina camada de acabamento de 1cm de argamassa 1:5. Dando continuidade visual ao grande plano de laje da cobertura, a abertura superior da viga-calha é fechada por placas pré-moldadas de concreto, que são simplesmente apoiadas, de um lado, na viga-calha e, do outro lado, no painel de laje, sem formar vínculos rígidos.

RESULTADOS

Durante as inspeções visuais *in loco* e com o auxílio de drone, foi verificado o estado de conservação da cobertura do ICC, identificando a ocorrência de manifestações patológicas como infiltrações, manchas, eflorescências e corrosões, principalmente nas interfaces entre os elementos construtivos e os sistemas de instalações prediais.

Os principais danos observados estão relacionados às furações dos elementos em concreto armado aparente (painéis de laje e vigas-calha) para fixação dos equipamentos e passagem de tubulações (Figura 5). As interferências, quer sejam de instalações elétricas ou de equipamentos, principalmente de ar-condicionado, em geral, não são planejadas. Não foram encontrados projetos das intervenções – procedimento que pode minimizar o impacto das atualizações e ampliações dos sistemas prediais sobre o sistema de cobertura preexistente.

Figura 5: Vista de equipamentos e instalações prediais sobre a cobertura do Instituto Central de Ciências da Universidade de Brasília: fixação dos equipamentos na camada de proteção mecânica do sistema de impermeabilização, em vermelho, e tubulações passando por dentro das calhas metálicas, em azul.



Fonte: os autores.

Ainda, as manutenções e consertos efetuados na cobertura do ICC resultaram em diferentes tipos de materiais e técnicas de impermeabilização e proteção mecânica (Figura 5), visível pela presença de faixas com diferença de coloração na laje em concreto. Ao longo da vida útil da cobertura, muitos reparos foram executados para corrigir os danos causados pelo envelhecimento natural dos componentes e sistemas, bem como pelo uso indevido relacionado às interferências dos sistemas prediais e instalações de equipamentos. O aumento dessas instalações, sem planejamento e projetos adequados, faz com que as redes elétricas e frigorígenas percorram tanto a fachada como a cobertura.

Diversas são as manifestações patológicas induzidas pelas instalações não projetadas de equipamentos na cobertura: manchas de umidade, causadas pelas infiltrações de água nas furações ou induzidas pelos eletrodutos e tubulações, além de vazamentos nas calhas de alumínio que transbordam (Figura 4). Tais anomalias provocam lixiviação do concreto, despassivação do aço, manchas de corrosão e eflorescências (manchas esbranquiçadas decorrentes da carbonatação do concreto). Ainda, as falhas por ausência de manutenção periódica aceleram os processos de degradação.

A localização do ICC em um *campus* bastante arborizado favorece a presença da vegetação invasiva, com o crescimento de gramíneas e pequenos arbustos sobre a cobertura, além do acúmulo de resíduos vegetais depositados pelo vento e por aves (Figura 6, acima). As carcaças de equipamentos obsoletos em desuso, as bases de apoio e fixação de equipamentos que foram desativados, e os entulhos das manutenções deixados sobre as lajes (Figura 6, abaixo) são pontos críticos que favorecem o crescimento dessa vegetação.

Figura 6: Presença de vegetação invasiva, indicada em verde, na cobertura do Instituto Central de Ciências da Universidade de Brasília (vista aérea acima e à esquerda; vista do observador acima e à direita), e carcaça de equipamentos obsoletos em desuso, indicados em vermelho, e fechamento da viga calha, em amarelo (vista aérea abaixo e à esquerda; vista do observador abaixo e à direita).



Fonte: os autores.

Soma-se ainda a dificuldade de limpeza das calhas internas de alumínio devida à pouca abertura da parte superior, causada pela aproximação dos painéis pré-moldados durante o processo de montagem da estrutura pré-fabricada do edifício (Figura 7), que reduziu o vão projetado de 10cm para valores próximos de 5cm, chegando a apenas 3cm em alguns trechos, deixando os painéis tão próximos que não se consegue realizar sequer a vistoria adequada do fundo da calha.

Figura 7: Proximidade das placas pré-moldadas dificulta ações de manutenção (à esquerda) e favorece a presença de vegetação invasiva na calha de alumínio (à direita).



Fonte: os autores.

Originalmente, o forro previsto no projeto do ICC não foi executado, o que deixa à vista o fundo dos painéis pré-moldados de concreto, na maioria dos tetos (Figura 4). Considerando que nem todos os ambientes do ICC possuem forro rebaixado como um espaço técnico para a passagem das instalações, tampouco existência de *shafts*, os eletrodutos, as fiações e outras tubulações das instalações prediais passam expostos sobre as lajes de cobertura, por vezes pela fachada ou por dentro das peças estruturais (nos alvéolos das vigas do pavimento térreo e mezanino).

Nas vistorias, observou-se a passagem das tubulações por dentro das vigas-calhas de concreto e das calhas internas de alumínio. Neste último caso, os dutos e fiações reduzem a seção da calha ou até mesmo causam obstrução do escoamento. No entanto, muitas calhas de alumínio são utilizadas para as tubulações passarem transversalmente até o alcance dos pontos de equipamentos (Figura 5), o que causa o acúmulo de sujidades e perda de seção útil.

Frequentemente, as placas pré-moldadas de fechamento da abertura superior das vigas-calha são removidas ou, por vezes, perfuradas para as passagens das tubulações (Figura 6, abaixo à esquerda, com destaque em amarelo). Em alguns casos, os equipamentos são posicionados sobre essas placas de fechamento, o que impede a sua remoção para a limpeza do fundo da calha e dos bocais das tubulações de descida de águas pluviais.

Ressalta-se que as placas de fechamento das vigas-calha são componentes fundamentais na feição da cobertura, pois contribuem com a configuração de continuidade dos grandes planos horizontais. Esses componentes de fechamento em concreto armado são de difícil manuseio e, quando removidos, quebram devido ao seu peso próprio e à corrosão das armaduras de distribuição. Após a remoção, essas placas muitas vezes não são repostas (Figura 6, abaixo à esquerda, com destaque em amarelo, e Figura 8) ou são substituídas por placas de menor dimensão. A reposição em placas menores, com alças e com espaçamento entre elas, não resulta em uma boa composição estética e afeta a continuidade visual da superfície da cobertura até as linhas das bordas.

Figura 8: Cobertura do Instituto Central de Ciências da Universidade de Brasília: reparos na impermeabilização e presença de carcaça de equipamentos obsoletos em desuso.



Fonte: os autores.

A ausência de critérios e diretrizes para as ações de manutenção, assim como de projetos para as intervenções de conservação, gerou diferentes níveis de impacto sobre o desempenho e vida útil do sistema de cobertura e suas partes. A presença dos sistemas prediais e das instalações de equipamentos estão entre as principais causas desse impacto.

DISCUSSÃO: O IMPACTO DAS INSTALAÇÕES NA COBERTURA PLANA

Os edifícios construídos no *campus* Darcy Ribeiro da UnB até a década de 1980 são de baixa altura. Tal característica, associada à topografia em declive do lugar, tornam os planos de cobertura dessas edificações visíveis aos observadores que circulam pelo *campus* no sentido via L3 Norte para o Lago Paranoá. No seu conjunto, esses edifícios representam um marco histórico da produção dos arquitetos modernistas que difundiram seus ideais por meio de uma arquitetura inovadora [4], cuja experimentação técnica e formal produziu edifícios em estrutura pré-fabricada em concreto armado aparente [5].

Conforme o Plano Diretor de 2023, o ICC é classificado com alta significância cultural. Niemeyer, ao projetar a cobertura, não tratou as instalações prediais como expressão de sua composição arquitetônica [6]. Na cobertura, não se verificam volumes escultóricos para abrigar caixas d'água, torres de máquinas, *shafts*, elementos salientes ou zenitais. Os sistemas técnicos de instalações não fazem parte da intenção de projeto do arquiteto, e nem mesmo eram exigidos à época, mas sim a ideia da inovação e da experimentação pautada na técnica da pré-fabricação do sistema estrutural. Nesse contexto, a grande laje plana da cobertura reforça ainda mais a relação harmônica do edifício que permeia a paisagem.

Atualmente, as ações continuadas de conservação, como reparos na impermeabilização e limpeza das calhas, são dificultadas pelas características das soluções técnicas adotadas no âmbito do projeto original e do detalhamento construtivo desenvolvido para viabilizar o método construtivo inovador experimentado no ICC.

No ambiente do parque edificado da Universidade de Brasília, diante das mudanças climáticas e da necessidade de ampliar as matrizes energéticas, discute-se a implantação de usinas geradoras de energia fotovoltaica em seus *campi*, em busca da autossuficiência. Nesse contexto, as superfícies das coberturas das edificações se tornam uma opção para receber esses complexos tecnológicos de grande impacto positivo para a sociedade e meio ambiente. No entanto, tais sistemas prediais podem afetar os níveis de significância, além das ações de manutenção que garantem a vida útil e o desempenho dos sistemas de instalações prediais, o que requer uma análise cuidadosa de modo a encontrar um ponto de equilíbrio entre a preservação e a continuidade dos edifícios modernistas.

Esta questão está cada vez mais atual, considerando os desafios que enfrentamos em termos de economia de energia e sustentabilidade. Diversas abordagens podem ser distinguidas e comparadas para auxiliar na tomada de decisões necessárias para encontrar uma solução equilibrada para a continuidade do uso de edifícios desta época. [7]

Por outro lado, interrompidos por calhas, os estreitos painéis pré-moldados da laje (cuja proporção aproximada é 1:10) se revelam como um fator limitante e impeditivo para a sobreposição de equipamentos ou conjuntos de placas fotovoltaicas que usualmente são projetadas para se espalharem por toda a superfície. Se não projetados e executados de maneira adequada, os apoios dos equipamentos podem perfurar as impermeabilizações e obstruir as calhas, além de sobrecarregar as frágeis extremidades de 5cm das bordas dos painéis de laje do ICC.

Isso posto, entre as deficiências a serem solucionadas na cobertura, destaca-se aquelas relacionadas aos sistemas de instalações prediais e equipamentos, como a ausência de um projeto adequado que contemple todo o edifício, com vistas a proporcionar conforto térmico e desempenho energético. Destaca-se também a ausência de áreas técnicas e *shafts* próprios para instalação de equipamentos e passagem das instalações prediais correspondentes.

Por fim, é imprescindível o planejamento de manutenção periódica e a elaboração de projetos *as built*, após intervenções de maior escala. Após tanto tempo de ocupação e uso dos espaços da edificação, considera-se relevante a realização de um cadastro atualizado de todas as instalações prediais e equipamentos da edificação.

CONCLUSÃO

Em um processo de renovação, é necessário pensar em resolver as deficiências, evitando os impactos negativos sobre aqueles atributos que devem ser preservados pelos seus significados culturais. O Instituto Central de Ciência se constitui como um lugar reconhecido como um marco histórico e cultural da UnB. A cobertura plana é o elemento integrador da unidade volumétrica do edifício, consolidando um conjunto inseparável de suas partes. Por isso, a sua conservação deve ser pensada de forma integrada, mesmo que o edifício abrigue diferentes unidades acadêmicas, laboratórios e setores administrativos.

Embora haja dificuldade em se garantir a estanqueidade dos elementos originais, destacam-se os aspectos relacionados à materialidade preexistente, às possibilidades viáveis de intervenções e aos procedimentos de manutenções programadas, com o intuito de prolongar sua vida útil.

Buscando contribuir com o processo de renovação da cobertura plana do ICC, conclui-se pela necessidade de realizar uma intervenção com o intuito de proporcionar uma superfície estanque. Para tanto, propõe-se a possibilidade de explorar uma solução que garanta a estanqueidade desejada, e que ainda incremente o nível de conforto térmico e desempenho energético, necessários para a sua atualização. Como diretriz de projeto, é preciso adotar soluções tecnológicas que garantam a intenção arquitetônica de um grande plano livre de interferências, preservando os atributos que lhe conferem significância cultural, no contexto em que está inserido, de forma organizada e planejada.

REFERÊNCIAS

- [1] FICHER, S. (org.). **Instituto Central de Ciências 1963/1971**. Brasília: UnB, 2001.
- [2] FONSECA, R. **A estrutura do Instituto Central de Ciências: Aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e propostas de manutenção**. Dissertação (Mestrado). PECC FT UnB. Brasília: Universidade de Brasília, 2007.
- [3] SILVA, É.; VASCONCELLOS, J.; SÁNCHEZ, J. M. **Instituto Central de Ciências: A complexidade da síntese**. In: Congresso Internacional de História da Construção Luso-Brasileira - 3ºCIHCLB. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2019.
- [4] BONORA, A.; FABBRI, K.; FAVARETTO, G.; PRETELLI, M. **Avant-garde installations. Mies and Bacon for the plant systems of Villa Tugendhat in Brno**. In: International Docomomo Conference. Modern design: Social Commitment & Quality of Life (17th), p.72- 80, Spain: Universitat Politècnica de València, 2022.
- [5] MARTINS, P. **Espaço Universitário, Impermanências e Megaestrutura: análise do Instituto Central de Ciências (ICC/UnB)**. Tese (Doutorado). PPG FAU UnB. Brasília, 2023.
- [6] SCHLEE, A. R. [et al]. **Registro Arquitetônico da Universidade de Brasília**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2014.
- [7] DE JONGE, W. Sustainable renewal of the everyday Modern. **Journal of Architectural Conservation**, 23:1-2, 2017, p. 62-105.