

Documentación de las manifestaciones patológicas del Pórtico del Bautismo Cultural de Goiânia - monumento histórico *Art Déco*

T. L. Pio Santos^{1*}, P. F. Silva Júnior¹

*Autor de Contacto: taislara.19@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.21041/ra.v11i3.531>

Recepción: 19/02/2021 | Aceptación: 03/08/2021 | Publicación: 01/09/2021

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo presentar la metodología para la inspección y el mapeo de las manifestaciones patológicas en el monumento del Pórtico del Bautismo Cultural de Goiânia. Es un monumento de principios de los años 40 del siglo XX, representativo del estilo arquitectónico art déco. En 2003 este monumento fue catalogado por el Instituto Nacional del Patrimonio Histórico y Artístico, pero a pesar de su invaluable valor histórico, la estructura tiene varias manifestaciones patológicas. Para lograr este objetivo, se realizaron los siguientes procedimientos: (1) inspección visual; (2) registro fotográfico; (3) anamnesis y (4) ensayos. Las pruebas realizadas fueron esclerometría, pacometría y medición de deformación. Las principales manifestaciones patológicas identificadas fueron agrietamiento, desprendimiento de mortero, corrosión de refuerzos y deformación excesiva.

Palabras clave: manifestaciones patológicas; diagnóstico; monumento histórico; art déco.

Citar como: Pio Santos, T. L., Silva Júnior, P. F. (2021), "*Documentación de las manifestaciones patológicas del Pórtico del Bautismo Cultural de Goiânia - monumento histórico Art Déco*", Revista ALCONPAT, 11 (3), pp. 108 – 122, DOI: <https://doi.org/10.21041/ra.v11i3.531>

¹Instituto Federal de Goiás, R. São Bartolomeu, s/n - Vila Esperança, Luziânia - GO, 72811-580, Brasil

Contribución de cada autor

En este trabajo, el autor Taís Lara Pio Santos contribuyó a la recolección de datos, desarrollo de ensayos, análisis y discusiones de resultados y redacción del trabajo. El autor Paulo Francinete Silva Júnior contribuyó con la idea original, el desarrollo de ensayos, la coordinación general y la revisión de la escritura.

Licencia Creative Commons

Los derechos de autor (2021) son propiedad de los autores. Este trabajo es un artículo de acceso abierto publicado bajo los términos y condiciones de una licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 International License ([CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)).

Discusiones y correcciones posteriores a la publicación

Cualquier discusión, incluyendo la réplica de los autores, se publicará en el segundo número del año 2022 siempre y cuando la información se reciba antes del cierre del primer número del año 2022.

Documentation of the pathological manifestations of the Portico of the Cultural Baptism of Goiânia - *Art Déco* historical monument

ABSTRACT

This article aims to present the methodology for the inspection and mapping of pathological manifestations of the Portico of Cultural Baptism of Goiânia. It is a monument from the beginning of the 1940s, representative of the Art Deco architectural style. In 2003 this monument was listed by the National Historical and Artistic Heritage Institute, but despite its invaluable historical importance, the structure has several pathological manifestations. To achieve this objective, the following procedures were performed: (1) visual inspection; (2) photographic record; (3) anamnesis and (4) trials. The tests performed were sclerometer, cover meter, and strain measurement. The main pathological manifestations identified were cracking, mortar detachment, reinforcement corrosion and excessive deformation.

Keywords: pathological manifestations; diagnosis; historical monument; art déco.

Documentação das manifestações patológicas do Pórtico do Batismo Cultural de Goiânia - monumento histórico *Art Déco*

RESUMO

Este artigo tem o objetivo de apresentar a metodologia para a inspeção e o mapeamento das manifestações patológicas no monumento Pórtico do Batismo Cultural de Goiânia. É um monumento do início dos anos 40 do século XX, representante do estilo arquitetônico art déco. No ano de 2003 esse monumento foi tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, porém apesar do seu inestimável valor histórico, a estrutura apresenta diversas manifestações patológicas. Para alcançar esse objetivo foram realizados os seguintes procedimentos: (1) inspeção visual; (2) registro fotográfico; (3) anamnese e (4) ensaios. Os ensaios realizados foram esclerometria, pacometria e medição de deformações. As principais manifestações patológicas identificadas foram fissuração, destacamento de argamassa, corrosão de armaduras e deformação.

Palavras-chave: manifestações patológicas; diagnóstico; monumento histórico; art déco.

Información Legal

Revista ALCONPAT es una publicación cuatrimestral de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, Internacional, A. C., Km. 6, antigua carretera a Progreso, Mérida, Yucatán, C.P. 97310, Tel.5219997385893, alconpat.int@gmail.com, Página Web: www.alconpat.org

Reserva de derechos al uso exclusivo No.04-2013-011717330300-203, eISSN 2007-6835, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derecho de Autor. Editor responsable: Dr. Pedro Castro Borges. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de Informática ALCONPAT, Ing. Elizabeth Sabido Maldonado.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor.

La reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación se realiza en apego al código COPE y a la licencia CC BY 4.0 de la Revista ALCONPAT.

1. INTRODUCCIÓN

El patrimonio arquitectónico es una de las pruebas de la presencia de la historia en las ciudades y de su importancia en la sociedad. Es una capital social y cultural. Envista de ello, es necesario que los bienes se conserven, restauren y que se proporcionen rutinas de mantenimiento e intervención cuando proceda.

Dado que las nuevas ciudades se definen por su rápida transformación, es incuestionable garantizar la preservación de los valores históricos y/o artísticos. La memoria y la identidad cultural de un pueblo se constituyen sólo a través de estos valores, por lo que el patrimonio cultural expresa el testimonio de la constitución de un pueblo, es decir, los productos y marcas de diferentes culturas, finalmente también proporciona la transmisión de la identidad y los significados a las generaciones futuras (Barbosa et al., 2011; Tavares, 2011).

El concepto de rendimiento es importante en esta cuestión, ya que se refiere a la capacidad del edificio para permanecer en plenas condiciones de uso durante su vida útil, y es posible establecer un vínculo íntimo entre el rendimiento y las medidas preventivas. Con el tiempo la estructura pierde su capacidad inicial, por lo que no realizar un mantenimiento periódico provoca la reducción de la vida útil (Medeiros et. al., 2011).

En los edificios históricos, la realización de un diagnóstico correcto de sus manifestaciones patológicas es un reto debido a la falta de mantenimiento, medidas preventivas, o porque han tenido restauraciones ineficientes a lo largo de los años. Por lo tanto, estos edificios históricos son susceptibles a varios problemas distintos. El estudio del daño, con la realización de pruebas de campo o en laboratorios, es entonces indispensable (Tavares, 2011).

El monumento histórico de este estudio es un Pórtico construido para el Bautismo Cultural de la ciudad de Goiânia. Según Galli (2007), el Bautismo Cultural tuvo lugar el 5 de julio de 1942 y correspondió a un calendario de eventos con el propósito de celebrar la inauguración de la nueva capital del estado de Goiás.

El Pórtico fue construido con el concepto de arquitectura *art déco*. Este estilo de carácter decorativo surgió en Francia y se extendió en Brasil en el período de las décadas de 1930 y 1940 (Correia, 2008). Debido a su importancia histórica y arquitectónica, el monumento fue catalogado por el Instituto Nacional del Patrimonio Histórico y Artístico (IPHAN) a través de la Ordenanza No. 507 del 18 de noviembre de 2003.

El Pórtico se ha convertido en una obra representativa y simbólica *del estilo art déco*, así lo demuestra su presencia en los imanes de los frigoríficos, en la Guía Turística de *Art Decó* en Goiânia y en una carpeta de difusión de eventos sobre *art déco* como se ilustra en las Figuras 1, 2 y 3.

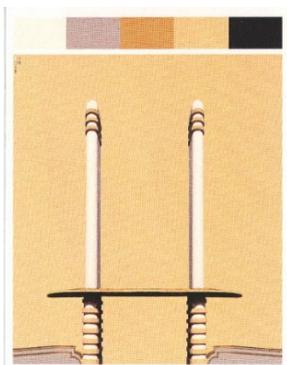


Figura 1. Pórtico ilustrado en un imán de refrigerador

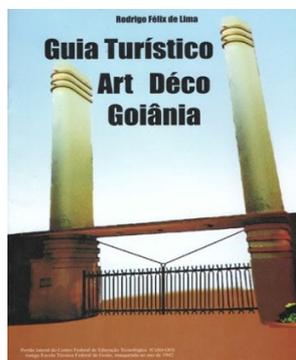


Figura 2. Pórtico aparece en el turístico art déco Goiânia

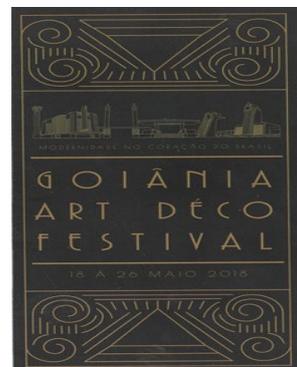


Figura 3. Pórtico en la carpeta de difusión del evento sobre *el art déco* Goiânia.

En el caso de la estructura abordamos dos cuestiones importantes que llevaron al estudio, la importancia de plantear y diagnosticar las manifestaciones patológicas existentes para su seguridad y la rehabilitación de su visibilidad arquitectónica, restableciendo la importancia estética del bien.

2. PROCEDIMIENTO

El método propuesto para la inspección del objeto de estudio se basó en la metodología de Lichtenstein (1986) comenzando con el estudio de subsidia ospara la posterior construcción del diagnóstico. La inspección visual, la anamnesis y las pruebas fueron realizadas. La elección por método se produjo considerando que está disponible y diseminado en el país, lo que permite segmentar el análisis.

2.1 Objeto del estudio

El objeto de estudio es el Pórtico alusivo al Bautismo Cultural de Goiânia ubicado en el Campus Goiânia del Instituto Federal de Goiás (IFG).

El Pórtico es una estructura de hormigón armado recubierta de mortero. La estructura consta de dos pilares de aproximadamente 12 m de altura y una esbelta losa de forma elipsoidal con un espesor en torno a los 8 cm. Los pilares son similares, cada pilar tiene en su parte superior y su base, respectivamente, de tres y siete frisos equidistantes entre sí como se puede ver en la Figura 4.



Figura 4. Vista del Pórtico del Bautismo Cultural de Goiânia en 1942, a la izquierda (Galli, 2007) y en 2002 (Colección IFG)

Una característica típica del estilo *art déco* observado en la arquitectura del pórtico es el uso de la aerodinámica y la sinuosidad. En los pilares del Pórtico hay similitudes con la geometría de las chimeneas de los transatlánticos del siglo 20 característicos típicos de la hebra *aerodinámica del estilo art déco*. Otra característica observada es el uso del hormigón armado como objeto de protagonismo, aportando volumen a la estructura, transmitiendo la sensación de grandeza y modernidad.

Ejemplos notables de *construcción* son los aeropuertos *Santos Dumont* en Río de Janeiro y el Aeropuerto Congonhas en São Paulo.

2.2 Retirada de subvenciones

El objetivo de la encuesta de subvenciones era recoger documentos relacionados con el Pórtico, para verificar las manifestaciones patológicas presentes, además de realizar pruebas sobre la estructura.

2.2.1 Inspección visual

Se realizó una encuesta in situ para un análisis visual; ocasión en que se hizo un registro fotográfico del Pórtico, con el objetivo de la encuesta de las manifestaciones patológicas incidentes; además de la aferencia de las dimensiones de la estructura.

Para la inspección, los pilares del Pórtico como Norte y Sur (basado en la orientación de la rosa del viento) fueron nombrados como se muestra en la Figura 5. Cada pilar también tenía sus caras identificadas como Norte, Sur, Este y Oeste como se indica en la Figura 6.

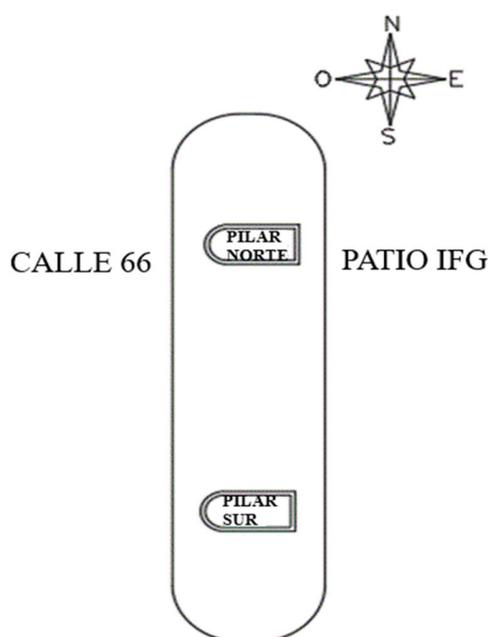


Figura 5. Planta de Suelo Pórtico

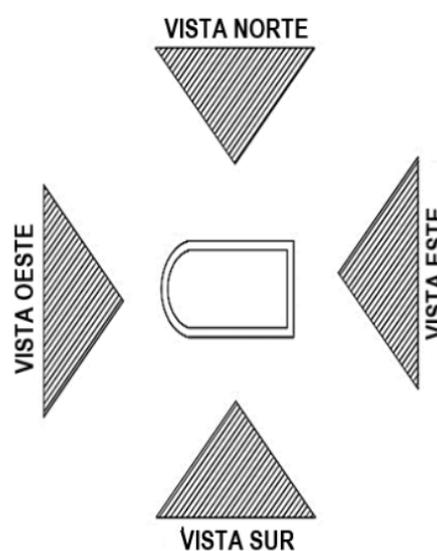


Figura 6. Vista de las caras de los pilares

2.2.2 Anamnesis

La etapa de la anamnesis tenía como objetivo reunir la mayor cantidad de información posible para comprender la historia de la estructura y, con ello, obtener un diagnóstico más preciso de las manifestaciones patológicas encontradas en el Pórtico.

A IFG se le pidieron documentos técnicos como proyectos, planes de mantenimiento e informes de monitoreo de mantenimiento ya realizados.

2.2.3 Pruebas complementarias

Las pruebas se realizaron para la recolección de datos y un análisis adicional complementario a la inspección visual. Debido a que es una estructura histórica y listada, buscamos realizar el análisis a través de pruebas no destructivas para no causar daños a la estructura. Se realizó esclerometría, pacometría y verificación de flechas.

La prueba de esclerometría se realizó en la parte superior de la losa, de hecho que la parte inferior estaba en difícil acceso, con la presencia de anclajes que hacían inviable la operatividad del ensayo. La ejecución de la prueba siguió las directrices de la norma NBR 7584 (ABNT, 2012).

El análisis esclerométrico fue realizado en cuatro regiones de la losa. Buscamos lugares donde no

hubiera segregación de hormigón y presentar superficies homogéneas y regulares. La Figura 7 muestra la ejecución del ensayo y la Figura 8 muestra la ubicación de las áreas probadas junto con sus dimensiones.



Figura 7. Ejecución de la prueba de esclerometría

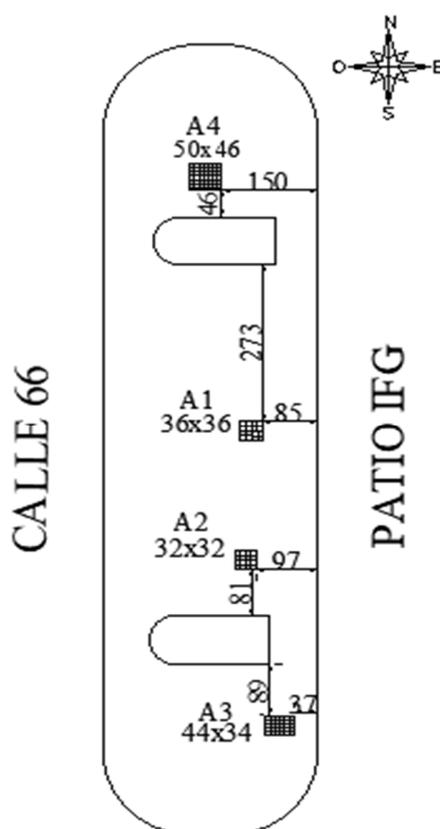


Figura 8. Localización de las áreas analizadas para el ensayo de esclerometría

También se realizó una prueba de pacometría, que tuvo como objetivo obtener información sobre la ubicación del refuerzo de losa, así como verificar la cubierta de hormigón armado. Las áreas elegidas para la prueba fueron aquellas que presentaron las mejores condiciones para la lectura del dispositivo, es decir, áreas que estaban libres de moho y suciedad. La figura 9 muestra la prueba que se está realizando.



Figura 9. Ejecución de la prueba de pacometría

Finalmente, comprobó las flechas presentes en la losa. Las mediciones se recogieron a partir de un nivel de referencia y con la ayuda de una manguera de nivel y una cinta, se recogieron puntos en la parte de equilibrio y entre los pilares.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Análisis visual de la inspección

A partir de la inspección visual, fue posible observar que la losa en su fondo presenta en algunos lugares desprendimiento de hormigón (Figura 10) que se produjo como consecuencia de la corrosión de los refuerzos.



Figura 10. Desprendimiento de hormigón en el fondo de la losa

Como se muestra en la Figura 11, se observó una gran presencia de moho y suciedad en la losa. El moho prolifera en ambientes húmedos, cálidos y con poca luz, este ambiente puede haber sido construido debido a la presencia de árboles cerca de la estructura. También se observó la presencia de suciedad o corteza negra, que fue causada por la acumulación de polvo, fuligens y partículas contaminantes, desde la quema de combustible fósil de los motores hasta la combustión de vehículos, traída por el agua de lluvia o por la acción del viento.



Figura 11. Presencia de moho y suciedad en la losa

Se destacó parte del borde de la losa, esto resultó del proceso de carbonatación y corrosión de los refuerzos ocurridos en su región armada. A medida que el proceso de carbonatación evolucionó con el tiempo, el agrietamiento de la estructura provocó que su movimiento culminara en el desprendimiento del mortero en sus extremos (Figura 12).



Figura 12. Desprendimiento del borde de la losa

La pintura de la losa resultó estar muy dañada, mostrando regiones con desprendimiento probablemente mediante la aplicación de pintura sobre una capa existente (se observó otra capa de pintura de color distinto del color visible que se aplicó anteriormente), lo que dificulta la adhesión entre las películas de pintura. En el proceso de falta de adherencia, la incidencia de lluvia y humedad son agravantes (Figura 13).



Figura 13. Desprendimiento de pintura de losa

Las manifestaciones patológicas relacionadas con el acabado fueron verificadas en los pilares. No se detectaron manifestaciones estructurales, que prescindieron de las pruebas para sofocar la resistencia del hormigón y la localización de refuerzos como la esclerometría y la pacometría. Además, los pilares no tienen hormigón aparente y para la ejecución de las pruebas sería necesario retirar las capas de revestimiento de la superficie, provocando el deterioro del monumento histórico, que difiere del foco de la obra.

Otra manifestación observada en los pilares fue la presencia de suciedad, como se muestra en la Figura 14. Este factor se debe principalmente a la falta de mecanismos de impermeabilización y drenaje en la parte superior de la columna, que acumulaban hollín y polvo traído por el viento. Como se observa en la losa, en los pilares también había el desprendimiento de la pintura, y el color visible también está en otra mano de pintura previamente aplicada (tinte verde), comprometiendo la adhesión.



Figura 14. Suciedad y desprendimiento de pintura en la parte superior del pilar

La decoloración de la pintura fue verificada y puede haber sido causada principalmente por el envejecimiento natural de esta. Otros factores como el uso de pintura amarilla, más susceptible a los rayos ultravioleta, ya que el pilar sufre una alta incidencia de rayos solares, también pueden haber agravado el proceso de decoloración. Se percibieron grietas en la base de los pilares causadas posiblemente por la contracción de materiales cementicios causada por la pérdida de agua por evaporación en estado fresco o endurecido y por la variación de temperatura debido a la alta incidencia de luz solar (Figura 15). Las burbujas se notaron en la pintura de los pilares causadas

por la presencia de humedad (que puede haber sido absorbida por las grietas en la emboscada, y la presión hidrostática causada al evaporarse por los poros del mortero, rompiendo y "empujando la película de pintura), la falta de adherencia y posibles fallas de aplicación como la ejecución de una capa gruesa, en condiciones de calor extremo en la superficie sucia y no preparada para la aplicación.



Figura 15. Incidencia de grietas y decoloración de la pintura.

3.2 Análisis de la anamnesis

Fueron proporcionados por la Junta de Proyectos e Infraestructuras de IFG y la Gerencia de Administración y Mantenimiento de IFG Câmpus Goiânia: proyecto de desnatado de losas de fecha 2013; proyecto de refuerzo de fecha 2014; resultado de la prueba de esclerometría de fecha 2013; e informe técnico de evaluación de la losa de Portico de fecha 2019;

En cuanto a los planes de mantenimiento e informes de monitoreo de mantenimiento, se informó que estos no existían, así como el diseño original del Pórtico. Cerca del Pórtico, se encontró una placa (Figura 16) que indica que fue restaurada en su 60 aniversario en 2002, pero no hay registros que detallen cómo se produjo esta intervención.



Figura 16. Placa de identificación del pórtico

El proyecto de lijado se llevó a cabo en la losa debido al deterioro de las condiciones en las que se encontraba en 2013. El proyecto de refuerzo realizado en 2014 propone intervenciones en el área de acero y refuerzo de hormigón con grauteamiento y aumento de espesor de la losa. Sin embargo, el proyecto nunca se ejecutó.

El resultado de la prueba de esclerometría, realizada en 2013 por el Laboratorio Carlos Campos Consultoria e Construções Ltda, en una sola región obtuvo como resultado el índice esclerométrico

promedio igual a 29, indicando 22 MPa como resistencia a la compresión del hormigón.

Cascudo (2019), para la elaboración del informe técnico, realizó dos inspecciones en la losa de pórtico tituladas preliminar y detallada. Mientras que el preliminar designaba el análisis visual, el detallado correspondía a la realización de los ensayos de esclerometría, ultrasonido, resistividad eléctrica, potencial de corrosión y carbonatación del hormigón.

Como se observó en la inspección visual, Cascudo (2019) también encontró la corrosión de los refuerzos en algunas partes de la losa, la presencia de moho, suciedad y degradación del sistema de pintura. El autor también identificó deformaciones visibles en la losa y las atribuyó a la corrosión de parte de los refuerzos de flexión, que se realizó debido a la esbeltez de la losa y la baja inercia que, asociada a la corrosión de los refuerzos, proporcionan impactos fuertes e inmediatos sobre la losa.

En el ensayo de esclerometría, Cascudo (2019) evaluó 10 regiones de losas, denominadas de E1 a E10, y obtuvo valores de IE entre 21 y 30 y valores de resistencia de hormigón entre 14 MPa y 24 MPa. En cuanto a la ecografía, Cascudo (2019) realizó ocho mediciones de velocidad ecográfica, cuatro de las cuales alcanzaron valores inferiores a 2500 m/s. Estos valores clasifican, según la norma británica BS 1881 (BSI, 2001), el hormigón como malo. Una de estas mediciones obtuvo un valor inferior a 2000 m/s, que según BS 1881 (BSI, 2001) constituye un mal hormigón. Finalmente, se concluyó que estos valores bajos se correlacionan con un índice de vacío alto, que es compatible con un hormigón de resistencia estimada de 14 MPa a 24 MPa. La baja velocidad ultrasónica todavía se justifica por la presencia de grietas, ya que estas causan un aumento en el tiempo de propagación de las ondas. Se observa que los valores estimados son bajos en relación con los valores requeridos por las normas actuales, pero para el momento de la construcción de la estructura se ajusta a los valores aceptables. Cascudo (2019) todavía afirma que probablemente haya microcraqueamiento en la estructura interna de la losa.

En el ensayo de carbonatación del hormigón realizado por Cascudo (2019) en dos ejemplares, ambos extraídos de la región central de la losa, se pudo observar visualmente los efectos de una carbonatación que se verificó en grado avanzado.

3.3 Análisis del ensayo de esclerometría

A través de la prueba de esclerometría, se obtuvieron índices de los dos equipos utilizados que variaron de 23,7 a 28,7, generando una variación de resistencia en MPa de 17,0 a 23,4.

La Figura 17 muestra el gráfico con los valores de fuerza de compresión obtenidos del ensayo esclerométrico realizado sobre la estructura durante el proceso de anamnesis y los realizados en esta investigación. Los valores presentados son un promedio de las resistencias a la compresión de las áreas probadas por evento de prueba. Se puede observar en el gráfico que los resultados encontrados convergen a un valor de resistencia media estimado de 20 MPa, aunque las pruebas se realizaron en diferentes fechas y por diferentes operadores.

En cuanto a las normas normativas para la resistencia mínima de las estructuras de hormigón, ya que no hay información sobre el diseño estructural del pórtico, sabiendo que la norma nb-1 – Cálculo y Ejecución de Hormigón Armado (ABNT, 1940), vigente en el momento en que se construyó la estructura, recomienda una resistencia mínima para estructuras de hormigón de 125 kgf/cm², es decir, 12,5 MPa. La norma actual NBR 6118 - Diseño de estructuras de hormigón - Procedimiento (ABNT, 2014) proporciona una resistencia mínima para estructuras de hormigón de 20 MPa. Así, el gráfico de la Figura 17 también muestra una comparación entre los resultados estimados de resistencia a la compresión del hormigón, obtenidos en diferentes ensayos de esclerometría, con los valores mínimos de resistencia característica del hormigón a la compresión (f_{ck}) recomendados por la estructura de hormigón estándar vigente en el momento de la construcción del Pórtico y actualmente.

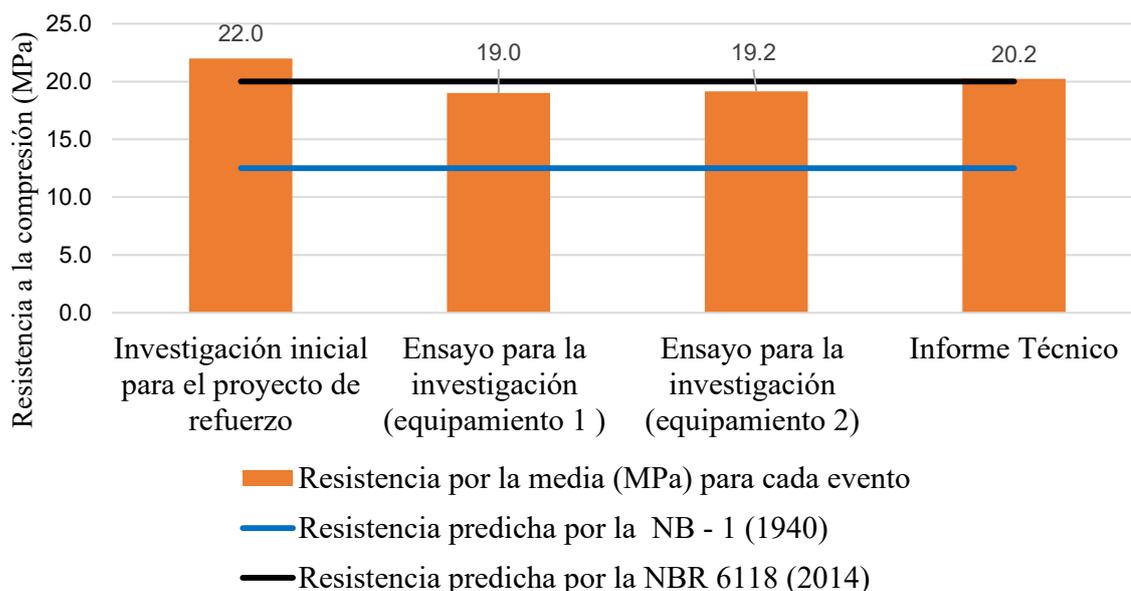


Figura 17. Gráfico comparativo de resistencias obtenidas con los requisitos reglamentarios

A partir del ensayo de pacometría fue posible mapear e identificar lugares donde hay armaduras y a qué profundidades se encuentran. A partir de estos valores se identificó que la mayoría de los refuerzos tenían una ineficiencia en la cobertura de la losa en relación con el requisito de la norma NBR 6118 (ABNT, 2014). Según la clase de agresividad ambiental en la que se ajuste la estructura la cubierta debe ser de al menos 2,5 cm, lo que no ocurre en algunas regiones de la losa que llegaron a ser de 1,1 cm.

La norma vigente en el momento de la construcción del GANH NB-1 (ABNT, 1940) establece que las losas expuestas al aire libre deben tener al menos 1,5 cm de cubierta, lo que también demuestra que para algunas regiones de la losa la cubierta es insuficiente.

Se observó en algunos lugares el valor de "0", según el equipo significa ausencia de profundidad, es decir, indicaría que el refuerzo es superficial y descubierto sin embargo, no se observó visualmente el mismo.

3.4 Análisis del cheque de la flecha

La flecha se comprobó recogiendo las cotas de un nivel de referencia de 2,0 metros en los puntos presentes en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores referentes a las cotas encontradas en los puntos

PUNTO	COTA (cm)
A	193,7
B	200,7
C	198,8
D	196,1
E	199,0
F	199,2
G	193,8

Las flechas verificadas en la losa se obtuvieron mediante la diferencia de dimensiones estando en voladizo del lado izquierdo, la diferencia entre las dimensiones A y B, en la región central, la media aritmética entre la diferencia de puntos C y D y la diferencia de puntos D y E, mientras que en el equilibrio del lado derecho se encuentra la diferencia entre los puntos F y G. La Tabla 2 muestra los valores obtenidos y su representación (exagerada) en la Figura 18.

Tabla 2. Valores de las flechas obtenidas

LOCAL	VALOR (cm)
Flecha del voladizo del lado izquierdo	7,0
Flecha de la región central	2,8
Flecha del voladizo del lado derecho	5,4

La verificación de la flecha límite permitida se realizó teniendo en cuenta el intervalo libre, según lo recomendado por NBR 6118 (ABNT, 2014) para la aceptabilidad sensorial y la limitación visual. La ecuación (1) designa la ecuación proporcionada por el estándar.

$$D = \frac{l}{250} \quad (1)$$

Siendo l el vano y D el desplazamiento de límite. En el caso de losas en equilibrio, el vano equivalente a considerar debe ser el doble de la longitud del voladizo (distancia entre el soporte y el extremo de la losa), obteniendo la ecuación (2).

$$D = \frac{l}{125} \quad (2)$$

A través de las ecuaciones (1) y (2) se obtiene el desplazamiento límite de 2,74 cm y para la región del vano central se obtiene el desplazamiento límite de 2,80 cm.

Se observa entonces que ambas regiones en equilibrio cuyas flechas máximas son 7,0 cm en el punto "A" y 5,4 cm en el punto "B" son mucho más altas que las permitidas por la norma NBR 6118 (ABNT, 2014).

La flecha que se encuentra en el valor del punto "D" de 2,80 cm se encuentra en la región central, que es equivalente a la permitida por el requisito normativo.

Debido a la falta de mantenimiento preventivo y correctivo a lo largo del tiempo la estructura ha sufrido deformaciones excesivas, por lo que los valores de las flechas verificadas en las regiones del voladizo muestran que se encuentra fuera de sus límites de servicio.

Cabe destacar que por tratarse de una estructura antigua, con más de 70 años, la fluidez del hormigón pudo haber sido una de las razones que contribuyeron a la deformación total de la losa, sin embargo esto no fue considerado en el presente estudio.

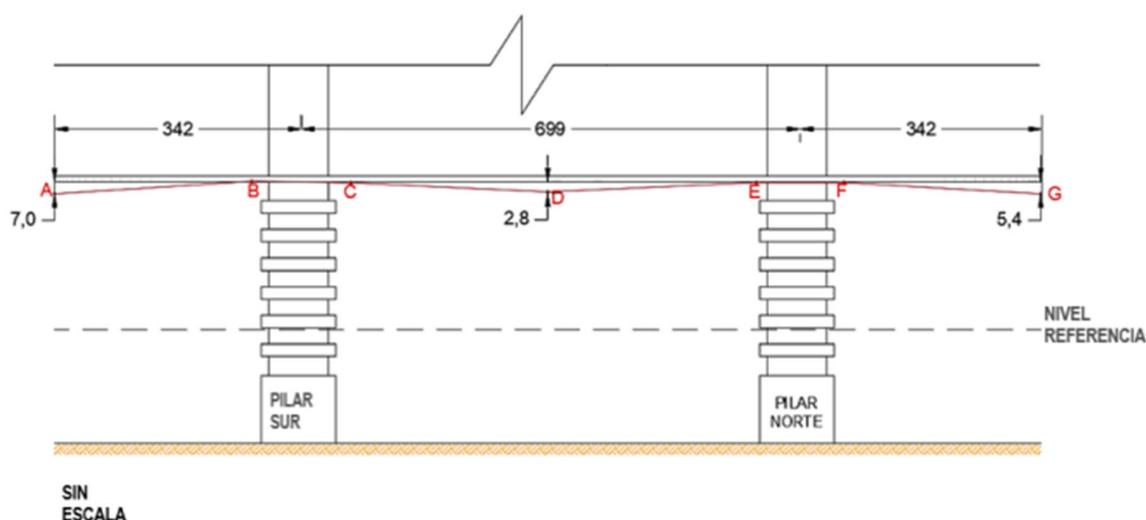


Figura 18. Representación de las flechas más grandes verificadas

4. CONCLUSIONES

El monumento histórico está bastante degradado y esto se debe principalmente a la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo. A través de la inspección visual, se puede ver cómo comprometida la representatividad arquitectónica del pórtico se ve comprometida. La estructura está rodeada de árboles que hacen imposible la visibilidad total y los dispositivos de seguridad (empleados debido al avanzado nivel de deterioro) que perjudican la estética, como anclajes y apartaderos. En cuanto a las manifestaciones patológicas son factores determinantes para la aparición de estos:

- Presencia de humedad intensificada por la proximidad de los árboles circundantes;
- Insuficiencia en la cubierta de la losa;
- No hay mantenimiento preventivo;
- No hay sistema de impermeabilización;

El análisis de la anamnesis mostró que existe poca información sobre la estructura y lo que dificultaba el análisis preciso de las causas y orígenes de las manifestaciones patológicas.

Las pruebas de esclerometría apuntaron a la baja resistencia del hormigón, mientras que la prueba de pacometría reportó problemas de cobertura. Ambos resultados refuerzan el daño estructural que afecta a la estructura ya perceptible en la inspección visual.

Por último, es esencial que el Pórtico alusivo al Bautismo Cultural de Goiânia mantenga sus funciones, tanto como estructura como monumento histórico y arquitectónico. Para ello, es necesario elaborar planes de mantenimiento, de forma que sea posible garantizar la vida útil de la estructura.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores reconocen y agradecen el apoyo del Instituto Federal de Goiás (IFG).

6. REFERENCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1940). *ABNT NB-1: Cálculo e execução de obras de concreto armado – Procedimentos*. Rio de Janeiro.

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2014). *ABNT NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (7584). *ABNT NBR 6118: Concreto endurecido – Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão — Método de ensaio*. Rio de Janeiro.
- Barbosa, P. P. et al. (2011). *Patrimônio Histórico em cidades novas: o caso de Maringá, PR. Maringá* in: XIV Seminário de arquitetura latino-americana. Campinas, São Paulo (BR). pp. 16 - 31.
- Brasil. Ministério do estado da cultura (2003). *Portaria nº 507, de 18 de novembro de 2003*. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 228, p.30, 18 nov.
- British Standards Institution (2001). *BS 1881: Testing concrete*. London.
- Cascudo, O. (2019). *Avaliação de laje em concreto armado constituinte do pórtico de entrada lateral do IFG - Câmpus Goiânia*. Goiânia: UFG, 2019. 38 p.
- Correia T. B, (2008), *Art déco e indústria: Brasil décadas de 1930 e 1940*. Na An. mus. paul.vol.16 no.2 São Paulo July/Dec. <https://doi.org/10.1590/S0101-47142008000200003>
- Galli, U. (2007). *A história do batismo cultural de Goiânia*. Goiânia: Ed. UCG/ Contato Comunicações, p. 98.
- Medeiros, M. H. F.; Andrade, J. J. O.; Helene P. (2011). *Cápítulo 22: Durabilidade e Vida Útil das Estruturas de Concreto in: Geraldo Isaia (Org.). Concreto: Ciência e Tecnologia*. 1 ed. São Paulo: IBRACON. p. 37.
- Tavares, F. M. (2011). *Metodologia de diagnóstico para restauração de edifícios dos séculos XVIII e XIX nas primeiras zonas de mineração em Minas Gerais*. Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 98 p.