

Aplicación de la matriz GUT en el análisis de manifestaciones patológicas en construcciones históricas

I. C. Braga¹ , F. S. Brandão^{2*} , F. R. C. Ribeiro³ , A. G. Diógenes⁴ 

*Autor de Contacto: isaiasc.braga@hotmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v9i3.400>

Recepción: 25/03/2019 | Aceptación: 16/07/2019 | Publicación: 30/08/2019

RESUMEN

Este trabajo presenta la aplicación de la metodología de la Matriz GUT (Gravedad, Urgencia, Tendencia) en el análisis de las manifestaciones patológicas en edificaciones, teniendo como ejemplos tres construcciones históricas del centro histórico de Sobral, Ceará, Brasil. La investigación fue conducida con inspecciones in situ, registro fotográfico, elaboración de mapas de daños y aplicación del método. Los resultados generaron los gráficos de prioridades que representan el orden para el tratamiento de cada daño en cada edificación. Así, fue posible concluir que el método aplicado puede ser utilizado como una importante herramienta de gestión del mantenimiento de edificaciones a través de la priorización de resolución de los problemas más graves y contribuye directamente a la preservación y seguridad del patrimonio histórico.

Palabras clave: construcciones históricas; sobral; patología; matriz gut.

Citar como: Braga, I. C., Brandão, F. S., Ribeiro, F. R. C., Diógenes, A. G. (2019), “Aplicación de la matriz GUT en el análisis de manifestaciones patológicas en construcciones históricas”, Revista ALCONPAT, 9(3), pp. 320 – 335, DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v9i3.400>

¹ Departamento de Engenharia Civil, UVA, Sobral, Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil-PPGEC/UFRGS e LAREB/UFC, Porto Alegre, Brasil.

³ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, PPGEC/UNISINOS e LAREB/UFC, São Leopoldo, Brasil.

⁴ GEM/UVA, Departamento de Engenharia Civil, UVA, Sobral, Brasil.

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

Editor responsable: Dr. Pedro Castro Borges. Reserva de derechos al uso exclusivo No.04-2013-011717330300-203, eISSN 2007-6835, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de Informática ALCONPAT, Ing. Elizabeth Sabido Maldonado, Km. 6, antigua carretera a Progreso, Mérida, Yucatán, C.P. 97310.

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

Queda totalmente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la ALCONPAT Internacional A.C.

Cualquier discusión, incluyendo la réplica de los autores, se publicará en el segundo número del año 2020 siempre y cuando la información se reciba antes del cierre del primero número del año 2020.

Application of GUT Matrix in the assessment of pathological manifestations in heritage constructions

ABSTRACT

The present paper presents the application of GUT (Gravity, Urgency, Tendency) Matrix methodology as a tool in the assessment of pathological manifestations in buildings. Three heritage constructions of the historic center of Sobral, Ceará, Brazil were studied through *in situ* inspections, photographic records and elaboration of the damage map. The GUT Matrix was used as a tool to rank, in each building, priority levels for each damage in order to define their order of treatment. Thus, it was possible to conclude that the applied method can be used as a useful tool to manage the maintenance of buildings through prioritization of the most significant problems and, to contribute directly to the preservation and safety of the built historical heritage.

Keywords: heritage constructions; sobral; damage; gut matrix.

Aplicação da Matriz GUT na análise de manifestações patológicas em construções históricas

RESUMO

Este trabalho apresenta la aplicación de la metodología de la Matriz GUT (Gravedad, Urgencia, Tendencia) en el análisis de las manifestaciones patológicas en edificaciones, teniendo como ejemplos tres construcciones históricas del centro histórico de Sobral, Ceará, Brasil. La investigación fue conducida con inspecciones *in situ*, registro fotográfico, elaboración de mapas de daños y aplicación del método. Los resultados generaron los gráficos de prioridades que representan el orden para el tratamiento de cada daño en cada edificación. Así, fue posible concluir que el método aplicado puede ser utilizado como una importante herramienta de gestión del mantenimiento de edificaciones a través de la priorización de resolución de los problemas más graves y contribuye directamente a la preservación y seguridad del patrimonio histórico.

Palavras-chave: construções históricas; sobral; patologia; matriz gut.

1. INTRODUCCIÓN

Las construcciones históricas (CH) componen elementos materiales del patrimonio histórico de alto valor documental, artístico, cultural y social de una comunidad, ya que son parte de la historia de un pueblo. Debido a esto, tiene un valor inconmensurable en relación con la sociedad en la que se insertan. Como lo destacan Roca et al. (2010), así como los otros tipos de construcciones, los CH también están sujetos a diversos escenarios de degradación, entre los cuales se encuentran las acciones de la naturaleza (físicas, efectos térmicos, ataques químicos), acciones antrópicas (cambios en la arquitectura). construcción, destrucción intencional e intervenciones inadecuadas), así como acciones dinámicas (viento, acción sísmica).

A diferencia de las construcciones contemporáneas, para las cuales las propiedades estructurales de sus componentes y materiales ya están bien estudiadas, además del hecho de que gran parte del esfuerzo científico se centra en el desarrollo de nuevos materiales y sistemas estructurales para futuras aplicaciones de construcción, las construcciones históricas son Todavía un pequeño campo explorado. Por lo tanto, estudiar este tipo de estructura es interesante no solo como una contribución a la mejora y preservación de la memoria de una sociedad determinada, sino que también permite el desarrollo de técnicas de rehabilitación para estas estructuras (MESQUITA et al., 2015).

La incidencia de manifestaciones patológicas en este tipo de edificio termina causando una

disminución en su rendimiento y también afecta negativamente la estética arquitectónica de la estructura. Además, estos problemas pueden comprometer la seguridad estructural del edificio y poner en peligro la propiedad. Las manifestaciones patológicas de los edificios generalmente tienden a intensificarse con el tiempo, y si no se tratan de manera rápida y correcta pueden causar mucho daño y, en los casos más graves, el colapso de la estructura.

Estos problemas pueden ejemplificarse por grietas, grietas, desprendimiento de revestimiento, desprendimiento de revestimiento cerámico, manchas de humedad, infiltración, eflorescencia, moho / hongos, entre otros. Pueden estar relacionados con la falta de mantenimiento y / o exposición al clima durante un largo período de tiempo. Por lo tanto, el papel de la patología del edificio es muy importante para conocer el estado de degradación de estas estructuras y proporcionar subsidios para la toma de decisiones con respecto a la reparación y el mantenimiento de estos edificios.

En este sentido, es necesario tener una comprensión real sobre las condiciones de la estructura y la gravedad de las manifestaciones patológicas encontradas. Para esto, las herramientas de gestión se utilizan para contribuir a una mejor elaboración de la planificación estratégica que implica situaciones que requieren decisiones complejas. El método de matriz GUT (gravedad, urgencia, tendencia), concebido por Kepner y Tregoe en la década de 1980, es una herramienta muy útil e importante que puede contribuir a este proceso. Con GUT Matrix, es posible priorizar ciertos problemas y así prestar mayor atención a aquellos con los riesgos más altos. Esta metodología, según Brandão (2018), tiene en cuenta la gravedad (G), la urgencia (U) y la tendencia (T) de los problemas detectados. Para esta evaluación, el método utiliza números que están asociados con cada daño inspeccionado, con el fin de definir los grados de criticidad en relación con cada problema encontrado.

De acuerdo con Martins et al. (2017) en el método GUT, Gravity (G) representa la importancia del problema a examinar y su potencial de daño. Por lo general, su estudio se realiza con el objetivo de efectos a mediano y largo plazo. La urgencia (U) requiere un análisis de cuán significativo es el problema, es decir, el marco de tiempo para lograr la hazaña. Y Trend (T) es la evolución del problema en función del tiempo, es decir, la probabilidad de que el problema evolucione negativamente con el tiempo.

En este contexto, la ciudad de Sobral, ubicada en la región norte del estado de Ceará, Brasil, conserva una gran cantidad de edificios históricos en su centro histórico, con más de 1,200 obras listadas por el Instituto de Patrimonio Histórico y Artístico Nacional (IPHAN). , y muchos de estos edificios tienen varios tipos de manifestaciones patológicas. Desde esta perspectiva, este estudio tiene como objetivo mostrar la aplicación de la metodología GUT Matrix como herramienta de gestión en el análisis de manifestaciones patológicas en edificios, tomando tres ejemplos de construcciones históricas del centro histórico de Sobral como objeto de estudio y obteniendo así prioridad en el estudio. solución del daño encontrado en cada edificio.

2. METODOLOGÍA

Inicialmente, se llevó a cabo una amplia investigación bibliográfica sobre el contexto histórico del Centro Histórico Sobral y los edificios que lo componen, así como la metodología de la matriz GUT. Posteriormente, a través de inspecciones in situ, basadas en las recomendaciones técnicas de la literatura en el área y también en el Boletín Técnico N ° 11 de ALCONPAT: Caracterización, evaluación y recuperación estructural de edificios históricos preparados por Mesquita et al. (2015), los tres edificios principales fueron seleccionados para la aplicación de la matriz GUT, teniendo en cuenta sus edades, importancia cultural y contexto histórico y escenario de degradación. Así, los tres edificios seleccionados fueron: Iglesia de Nuestra Señora del Rosario (Siglo XVIII), Iglesia de Nuestra Señora de los Dolores (Siglo XIX) e Iglesia Niño Dios (Siglo XIX).

Durante las inspecciones in situ se realizó un registro fotográfico de todas las manifestaciones

patológicas encontradas en cada edificio para su posterior uso en la preparación del mapa de daños, y también se completó una lista de verificación del método GUT Matrix, que fue adaptado de Verzola, Marchiori y Aragón (2014). El desarrollo del método GUT también se basó en el trabajo de estos autores, según el cual era necesario enumerar todas las manifestaciones patológicas que pudieran encontrarse en cada edificio, crear una lista de verificación y completarla asignando valores numéricos (pesos) correspondientes a Severidad, urgencia y tendencia de cada daño. Al clasificar la Gravedad, era necesario considerar los posibles riesgos y daños a los usuarios y activos, donde la definición de un problema que se consideraba crítico se insertaba en los grados: Total y Alto; La designación del problema considerado regular se obtuvo en el grado: Promedio; y la definición del problema considerado mínimo se encontró en los grados: Bajo y Ninguno, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Calificación de gravedad de GUT

Grau	Definición de grado	Nota
TOTAL	Riesgo de muerte, impacto irreparable con pérdida excesiva de rendimiento, pérdida financiera muy alta.	10
ALTA	Peligro de lesiones para los usuarios, daños recuperables para el medio ambiente y la construcción	8
MÉDIA	Riesgo para la salud de los usuarios causado por la degradación del sistema, daño ambiental reversible, pérdida financiera promedio	6
BAJA	Ningún riesgo para la salud de los usuarios, baja degradación ambiental, necesidad de reemplazar algunos sistemas, baja pérdida financiera.	3
NINGUNA	Sin riesgo para la salud o plenitud física, deterioro ambiental mínimo, sin daños de valor	1

Fuente: adaptado de Verzola, Marchiori y Aragón (2014)

Con respecto a la urgencia, la definición de cada grado se basó en cuán significativa fue la manifestación, cuánto tiempo se debe remediar el problema y la velocidad con la que se debe intervenir la adversidad. Por lo tanto, la Tabla 2 representa la situación descrita.

Tabla 2. Calificación de urgencia GUT

Grau	Definición de grado	Nota
TOTAL	Evento inmediato, necesidad de una prohibición de propiedad sin plazos adicionales.	10
ALTA	Evento a punto de suceder, intervención urgente.	8
MÉDIA	La adversidad se espera pronto, hay que intervenir rápidamente.	6
BAJA	Iniciación de un incidente, intervención aún en forma de planes.	3
NINGUNA	Adversidad imprevista, pero seguimiento necesario para mantenimiento futuro.	1

Fuente: adaptado de Verzola, Marchiori y Aragón (2014)

Para el tema Tendencia, el grado se definió como una función de la posibilidad de aumentar el problema, así como la reducción o desaparición del mismo en una escala de tiempo, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Rango de tendencia GUT

Grau	Definición de grado	Nota
TOTAL	Progreso de manifestación inmediata, empeoramiento en cualquier momento.	10
ALTA	Evolución de la situación a punto de ocurrir.	8
MÉDIA	Evolución a medio plazo.	6
BAJA	Posible evolución a largo plazo. Puede ocurrir Situación de retraso.	3
NINGUNA	Situación estabilizada, sin evolución del caso.	1

Fuente: adaptado de Verzola, Marchiori y Aragón (2014)

Después de determinar los pesos para cada elemento (gravedad, urgencia y tendencia), se clasificó el nivel de cada problema en las tres funciones y se calculó el producto de sus respectivos valores (GxUxT). Las prioridades se determinaron disminuyendo el orden de valor para cada manifestación patológica de cada edificio. Finalmente, para visualizar mejor los resultados, se desarrollaron los gráficos de priorización de daños de cada iglesia. También en los resultados, para una mejor aclaración del método GUT, el marco de cada daño observado (Total, Alto, Medio, Bajo, Ninguno) también se comenta de acuerdo con su puntaje total en el gráfico de prioridad y en función de cada grado presentado en el Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3.

3. EDIFICIOS ESTUDIADOS

3.1. Iglesia de Nuestra Señora del Rosario

La Iglesia de Nuestra Señora del Rosario, ilustrada en la Figura 1, es la más antigua del Centro Histórico de Sobral, Ceará y, por lo tanto, juega un papel muy importante en el contexto histórico-social del pueblo de Sobral. Su construcción en forma de taipa tuvo lugar en la primera mitad del siglo XVIII, aproximadamente en el año 1740. La capilla, más tarde en el año 1777, dio origen a la "Iglesia Negra", cuyas características arquitectónicas tienden al lado barroco. Esta denominación fue dada por la Hermandad de Nuestra Señora del Rosario de Sobral Black Men, sus fundadores. En 1914, a pedido de Dom José, sacerdote y luego obispo del municipio, el edificio sufrió expansiones laterales. Más adelante, en el año 1926, el piso de ladrillo sólido fue reemplazado por pisos de cerámica hidráulica.

Su plano de planta, ilustrado en la Figura 1 (a), tiene dos pasillos laterales y uno principal. En el mismo eje de las naves, la iglesia todavía tiene un altar principal y otros dos secundarios y en el centro se puede observar la sacristía. La entrada se realiza por la fachada principal, donde a pocos metros de la entrada hay una rejilla metálica, que caracteriza el entorno como una antesala que proporciona acceso al santuario. También hay un pequeño coro de madera justo detrás de la fachada frontal, desde donde se pueden ver los altares, como se muestra en la Figura 1 (c).

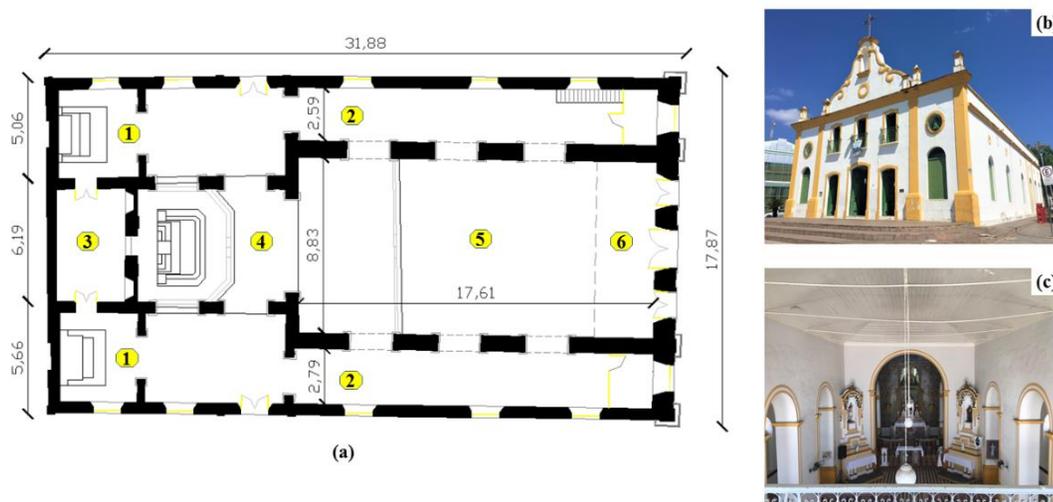


Figura 1. Vistas de la Iglesia de Nuestra Señora del Rosario: (a) Planta donde (1) indica los altares secundarios, (2) los pasillos laterales, (3) la sacristía, (4) el altar principal, (5) el nave central y (6) el coro; (b) Fachada frontal con pequeña perspectiva lateral y (c) Vista interna de la nave central.

Como lo destacan Santos et al. (2016) en la Figura 1 (b), una de sus características más llamativas es el frontón, que es muy similar a las características barrocas, gracias a sus movimientos curvilíneos, que forman una abertura en forma de arco, dispuesta centralmente y enriquecida con La inserción de una cruz.

3.2. Iglesia de Nuestra Señora de los Dolores

Considerada una de las iglesias más antiguas de Sobral, la Iglesia de Nuestra Señora de los Dolores (Figura 2), fue construida cerca del río Acaraú, siendo una de las pocas que mira hacia la orilla del río. La iglesia, según Pinto (2009), fue construida en 1818, aunque no hay precisión de la fecha exacta. Tiene una arquitectura mayoritariamente neoclásica, con una torre lateral única, como se ilustra en la Figura 1 (b), construida más tarde, según Mesquita et al. (2017), alrededor de 1924, sin seguir la regla neoclásica. La construcción de la iglesia requirió técnicas de construcción de la época, siendo construida enteramente en mampostería de ladrillo macizo.

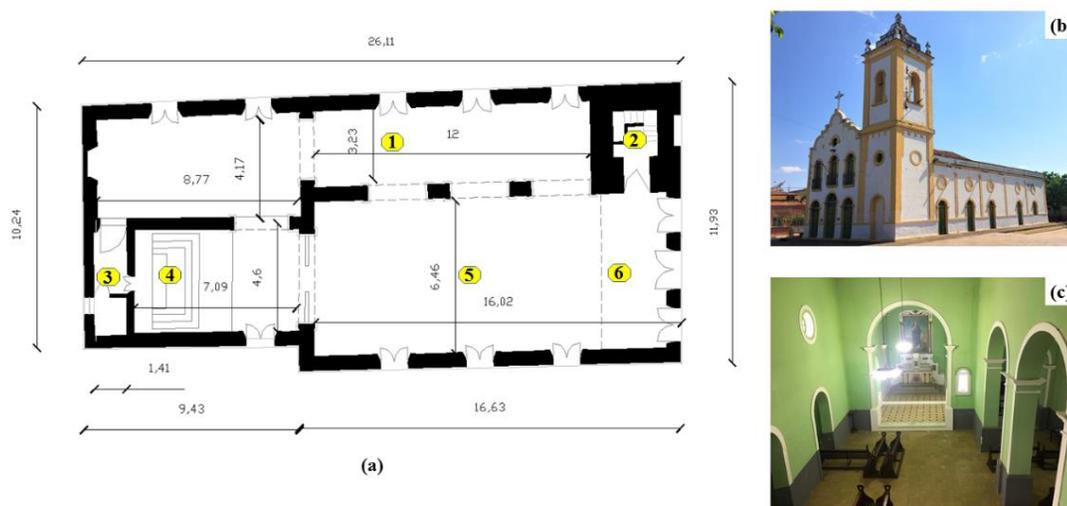


Figura 2. Vistas de la Iglesia de Nuestra Señora de los Dolores: (a) Planta donde (1) indica la nave lateral, (2) la torre lateral, (3) la sacristía, (4) el altar, (5) la nave central y (6) el coro; (b) Fachada frontal y lateral y (c) Vista superior de la nave principal.

Su geometría se presenta en la Figura 2 (a), en la que se puede observar que la iglesia tiene dos naves, una grande y otra pequeña, una sola torre lateral, un coro, un altar y, en el fondo, una sacristía. La Figura 1 (c) ilustra la vista interior del edificio, donde se observa que la iglesia tiene un bajo grado de ornamentación, con solo una pintura ubicada en la parte inferior del altar que representa la imagen de Nossa Senhora das Dores, una pared con grandes arcos laterales. separando las naves y un arco más grande ubicado frente al altar.

3.3. Iglesia Menino Deus

La Iglesia Menino Deus, ilustrada en la Figura 3, comenzó su proceso de construcción alrededor de 1810 a través de la idea de que dos hermanas Carmelitas llegaron a Sobral ese mismo año con las monjas de tercer orden de las Carmelitas Emerencia de Sant'Ana y Teresa de Jesús. Según el Inventario de Bienes Arquitectónicos de la IBA (IPHAN, 2005), se estima que todavía alrededor de 1820, la parte central de la capilla fue erigida y siguió el cuidado de sus fundadores. Las torres laterales no se completaron hasta 1940. El proyecto muestra claramente una correlación con la iglesia principal de la ciudad (Igreja da Sé), adoptando el patrón de la segunda mitad del siglo XVIII, teniendo como sello distintivo una cornisa dinámica diferente, que son elementos constituyentes de las fachadas de la época, generalmente ubicadas sobre las ventanas o ventana principal del edificio.

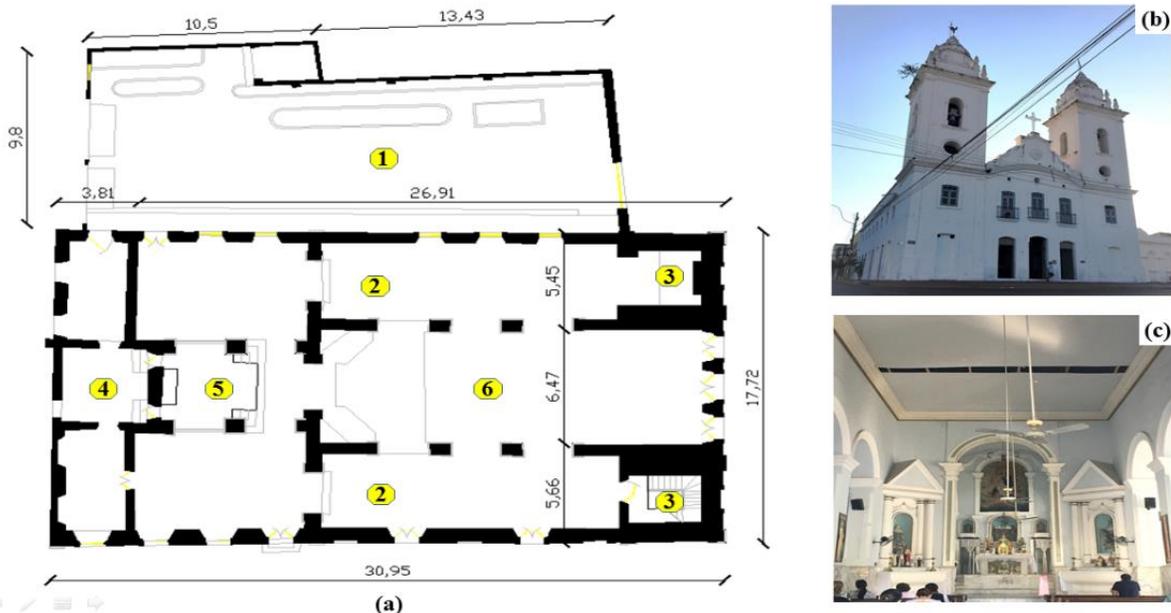


Figura 3. Vistas de la Iglesia Menino Deus: (a) Plano de planta donde (1) indica el patio lateral, (2) los pasillos laterales, (3) las torres, (4) la sacristía, (5) el altar y (6) la nave central; (b) Fachada frontal con pequeña perspectiva lateral y (c) Vista interna de la nave principal.

En la Figura 3 (a) está el plano del edificio en el que se ve que su geometría está dividida en muchas partes, donde en el lado hay un gran patio, en el interior hay dos pasillos laterales, cada uno en frente a una de las torres, una gran nave central que se encuentra frente al altar y justo detrás de él, la sacristía. En la Figura 3 (c), se observa que el grado de ornamentación de la iglesia, como en los dos anteriores, también es bajo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Manifestaciones patológicas de la Iglesia de Nuestra Señora del Rosario.

La inspección visual proporciona datos valiosos, por lo que es una herramienta muy útil en la técnica

de evaluar y reconocer el daño a una estructura. Sin embargo, combinar la inspección visual con otras herramientas de control como GUT Matrix enriquece los resultados y contribuye a su confiabilidad. La inspección de este edificio se realizó desde afuera hacia adentro, donde primero se inspeccionaron las cuatro fachadas y luego se inspeccionó el interior. Durante la inspección, se identificaron las siguientes manifestaciones patológicas: grietas y grietas, ruptura de los elementos del techo, desprendimiento del revestimiento, manchas atmosféricas y de humedad, moho / hongos. Entre las cuatro fachadas observadas, la que presentó el mayor daño fue la fachada frontal, que está representada por su mapa de daños en la Figura 4, que muestra la presencia de desprendimientos en las partes inferiores de la estructura, en las aberturas y algunas grietas en la pared. pilar central de la puerta y manchas atmosféricas en su parte superior.

La razón principal de la causa del agrietamiento puede estar asociada con las vibraciones existentes en el sitio, ya que se encuentra en la región central de la ciudad y hay un gran flujo de personas y vehículos, donde las vibraciones inducidas pueden causar cambios en el comportamiento dinámico de la estructura, lo que a menudo causan grietas.

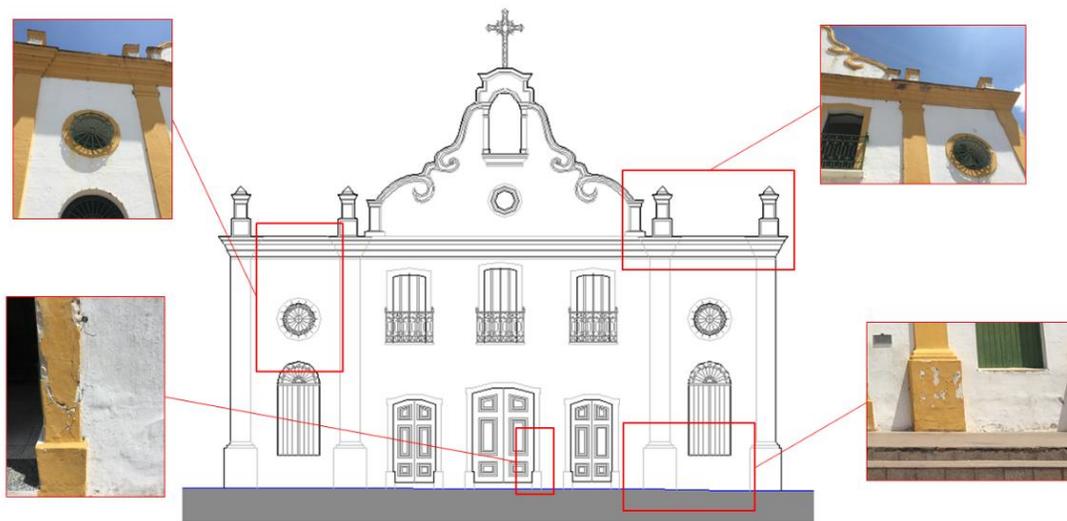


Figura 4. Mapa de daños de la fachada frontal de la Iglesia de Nuestra Señora del Rosario.



Figura 5. Manifestaciones patológicas internas en la Iglesia de Nuestra Señora del Rosario: (a) grieta, (b) desintegración del revestimiento, (c) desprendimiento y (d) puntos húmedos.

Dentro del edificio, las principales manifestaciones patológicas observadas fueron: grietas, descomposición de elementos del techo, desprendimientos y puntos húmedos, que se ilustran en la Figura 5. Se consideró la grieta ubicada cerca del altar (Figura 5 (a)) La situación más grave, ya que su presencia puede estar asociada con movimientos adyacentes al edificio y nuevas construcciones cerca del santuario. Estos movimientos ocasionalmente causan represión del suelo que desencadena

grietas y fisuras en algunas partes de la iglesia.

Con respecto a la aplicación de la metodología GUT, Gravity recibió una calificación de 8 debido a su amplia apertura. La urgencia también se calificó con 8, debido a la gran área de participación de esta manifestación, que requiere una intervención urgente. En cuanto a la tendencia, elegimos el grado 6, sabiendo que el problema se encuentra en una situación de progresión media.

A partir de la aplicación de la lista de verificación GUT Matrix en este edificio, fue posible elaborar el gráfico de prioridad, que se presenta en la Figura 6, donde es posible verificar que las manifestaciones patológicas prioritarias, que deben tratarse primero, son las grietas y grietas en este edificio. El caso en el altar principal de la iglesia, ya que tiene el puntaje más alto, 384 y aún, representa un daño de alta prioridad, de acuerdo con las descripciones en las Tablas 1, 2 y 3 de la Sección 2.

El segundo en el orden de prioridades es el desglose de los elementos del techo, con un total de 216 puntos, y se clasifica como daño medio. El tercero es el desprendimiento del revestimiento de 108 puntos, que también enmarca el grado promedio de daño. Los puntos húmedos y las manchas atmosféricas, ambos con 54 puntos, también se identifican como daños medios. El daño con la gravedad más baja y que se encuentra en la última posición del orden de prioridad es moho / moho, con 9 puntos y poco daño.

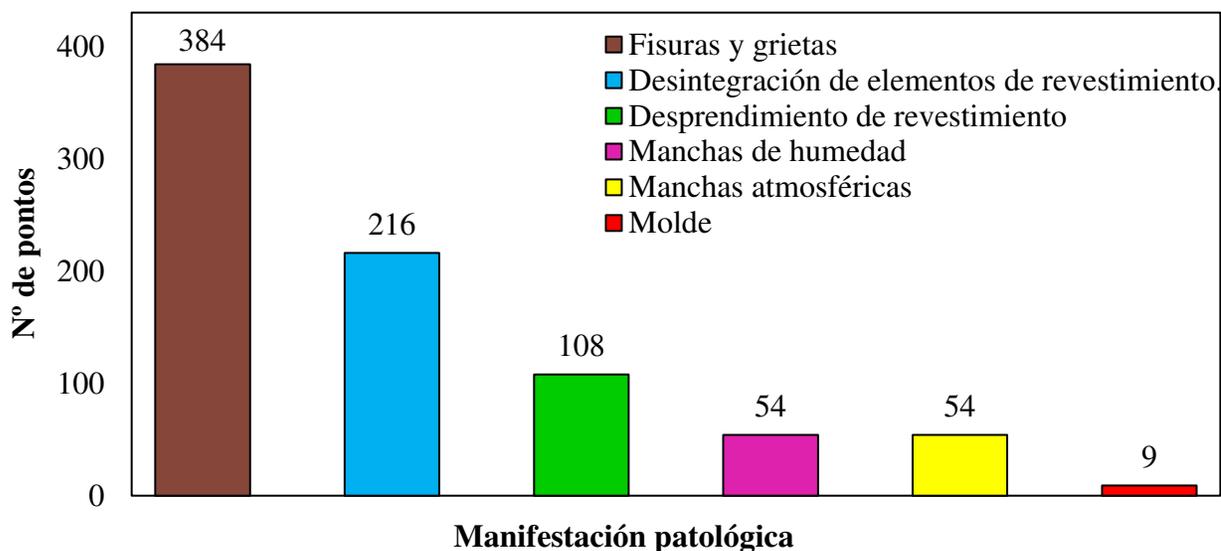


Figura 6. Cuadro de prioridades de la Iglesia de Nuestra Señora del Rosario.

En este edificio, el número de manifestaciones patológicas encontradas fue muy pequeño, presentando como objetivo principal y de preocupación, las grietas ubicadas a los lados del altar, que pueden generar, incluso en menor medida, impactos que comprometen parcialmente la funcionalidad del edificio. El pequeño número de daños encontrados está relacionado con el mantenimiento periódico que realiza la administración de la propiedad, ya que es la iglesia más antigua y culturalmente más importante de la ciudad y contribuye mucho a la implementación del turismo histórico.

4.2 Manifestaciones patológicas de la Iglesia de Nuestra Señora de los Dolores.

Las manifestaciones patológicas identificadas en la Iglesia de Nuestra Señora de los Dolores fueron las más numerosas. En muchas regiones de la estructura, se encontraron varios tipos de daños, principalmente con respecto a grietas, desprendimientos, puntos húmedos y manchas atmosféricas. Los daños observados fueron: grietas y grietas, infiltración, descomposición de elementos del techo,

partes vivas o expuestas (fallas del sistema eléctrico), moho / hongos, manchas atmosféricas, manchas de humedad, desprendimiento de revestimiento, descomposición de elementos del techo, ineficiencia lechada, piezas sueltas o rotas (falla de ingleses), eflorescencia, oxidación de elementos metálicos. El mapa de daños de este edificio se presenta a través de su fachada con mayor incidencia de manifestaciones patológicas, la fachada posterior, ilustrada en la Figura 7.

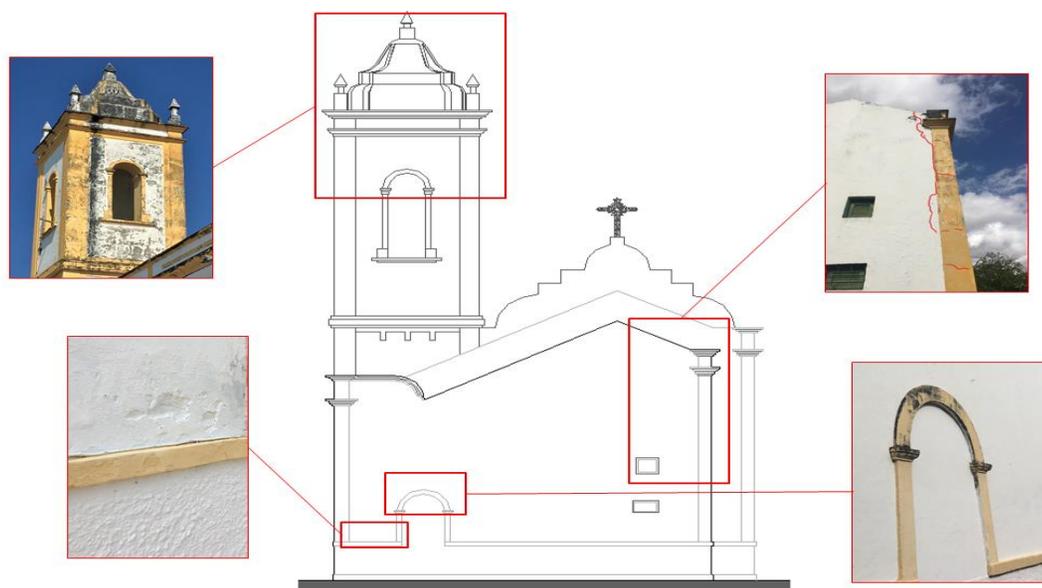


Figura 7. Mapa de daños de la Iglesia de Nuestra Señora de los Dolores.

En la Figura 7, podemos observar la presencia de una gran cantidad de manchas atmosféricas en la torre lateral y también en las partes superiores de la iglesia. Este tipo de daño también fue evidente en todas las demás fachadas. Además, hay una gran fisura en la parte derecha de esta figura que comienza desde la mitad de la altura de la pared hasta la parte superior. Esta anomalía está estrechamente vinculada a una posible represión del suelo, considerando que la propiedad está ubicada en las orillas del río Acaraú y que con el tiempo ha sufrido el impacto de numerosos edificios vecinos, lo que resulta en una descompresión del suelo. Además de esta región, las aberturas circulares de las otras fachadas también muestran el mismo tipo de daño. También existe la existencia de desprendimientos de revestimiento en la parte inferior de esta fachada, que también se encuentran en los otros.

En cuanto a las principales manifestaciones patológicas observadas en la parte interna de la estructura, existen: grietas y grietas, desprendimientos, puntos húmedos y desprendimiento de revestimiento con exposición de partes del marco, que se ilustran en la Figura 8, donde en la Figura 8 (a) existe la manifestación patológica más grave de este edificio, una grieta ubicada en el arco central de la nave principal. Esta anomalía se encuentra en una situación muy grave, y su apariencia puede estar relacionada con la ocurrencia de movimiento del suelo de los cimientos y la posible sobrecarga del arco, ya que muchas intervenciones con mayor carga se realizaron con el tiempo, como cambiar un techo. que una vez fue PVC por una losa de hormigón armado. Por lo tanto, en cuanto a Gravity, se le asignó el grado 10, lo que causa un alto deterioro del rendimiento del edificio. Con respecto a la urgencia, también se adoptó la nota 10, debido a la gran área de compromiso de esta manifestación. Y para la Tendencia también optamos por la nota 10, correspondiente a la gran posibilidad de evolución de la situación.



Figura 8. Manifestaciones patológicas dentro de la Iglesia de Nossa Senhora das Dores: (a) grieta en el arco central, (b) desprendimiento del recubrimiento, (c) parches húmedos y (d) desprendimiento del recubrimiento con exposición de partes de la mitra.

Los datos obtenidos de la aplicación de la matriz GUT en este edificio se organizaron en el gráfico de prioridad de la Figura 9, donde se puede ver que la manifestación patológica de mayor prioridad es la grieta en el arco central de la nave principal, con un total de 1000 puntos. se clasifica como un daño total, es decir, de extrema gravedad, urgencia de solución y rápida tendencia a la evolución. Además, se encuentra que la diferencia entre este daño y los dos siguientes (infiltración y descomposición de elementos de revestimiento, ambos con 216 puntos cada uno) es bastante alta, correspondiente a 784 puntos, lo que muestra la gravedad de esta grieta.

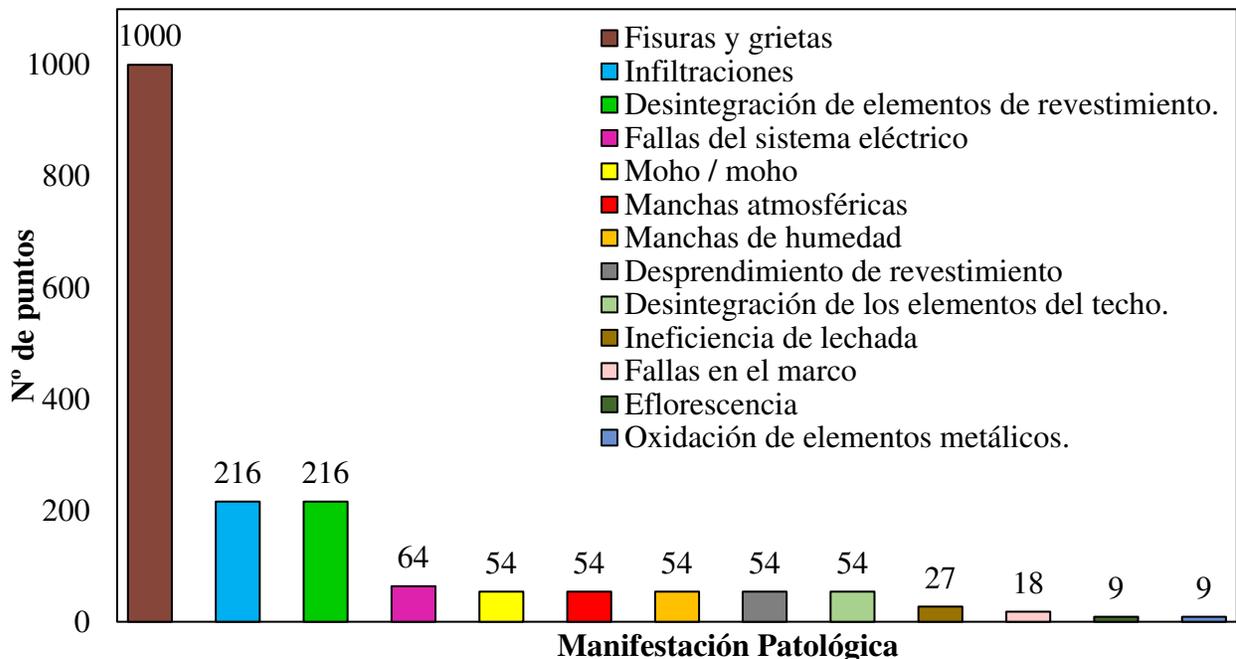


Figura 9. Cuadro de prioridades de la Iglesia de Nossa Senhora dos Dolores.

También vale la pena mencionar que cuatro manifestaciones patológicas presentaron los mismos puntajes (54 puntos), a saber: moho / hongos, manchas atmosféricas, manchas de humedad, desprendimiento del recubrimiento, que muestra manifestaciones patológicas de daño medio, ya que son puntajes bajos. Daño: la ineficiencia de la lechada (27 puntos), la falla del marco (18 puntos), la eflorescencia (9 puntos) y la oxidación de elementos metálicos (9 puntos) entran en la categoría de daño potencial bajo, los dos últimos ocupando las ubicaciones finales

Este edificio fue el que presentó el mayor número de manifestaciones patológicas y este hecho está vinculado a la falta de mantenimiento del bien patrimonial, ya que está prohibido. Además, el daño existente, si no se trata, puede convertirse en problemas más serios que comprometen seriamente la estabilidad y la seguridad de la estructura.

4.3 Manifestaciones patológicas de la Iglesia Menino Deus

En cuanto a las evaluaciones realizadas en la Iglesia Menino Deus, con respecto a la fachada lateral derecha (conectada al patio) y la fachada posterior, no se analizaron debido a la imposibilidad de inspección, ya que estas dos fachadas están acopladas a los edificios adyacentes. Sin embargo, las otras fachadas, así como el interior, fueron inspeccionadas a fondo, y la que presentó el mayor daño fue la fachada frontal, que se puede observar en la Figura 10, donde las más evidentes fueron: manchas atmosféricas, ubicadas en muchas regiones de la estructura, principalmente en la parte superior de las dos torres; grietas en las proximidades de las aberturas circulares de todas las puertas y ventanas, así como en la parte inferior de uno de los pilares de una torre, que se acompaña de un desprendimiento; y enraizamiento de arbustos, ubicados en la parte superior de la torre lateral izquierda.

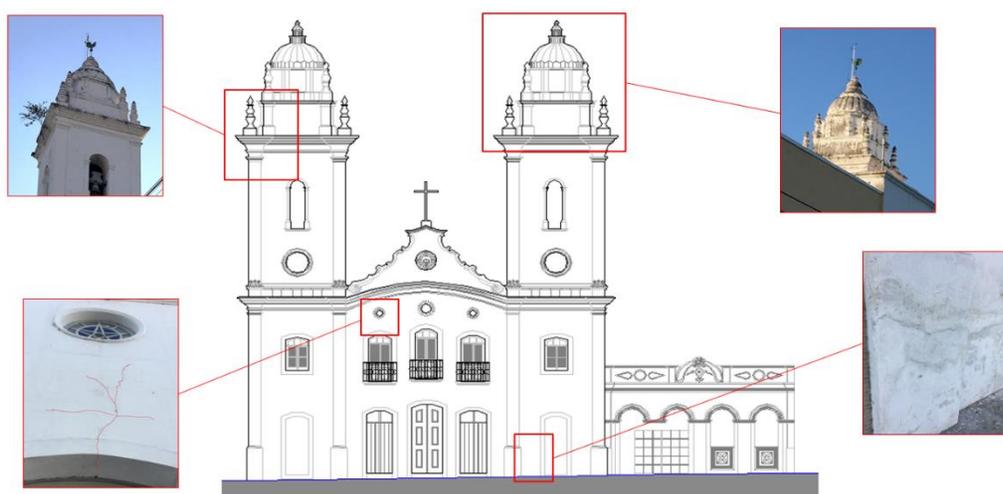


Figura 10. Manifestaciones patológicas en la Iglesia Menino Deus

En el interior, los principales daños fueron: grietas y grietas, descomposición de los elementos del techo y descomposición de los elementos del piso, como se muestra en la Figura 11. Se observó la descomposición de los elementos del techo en muchas partes del techo, así como grietas.

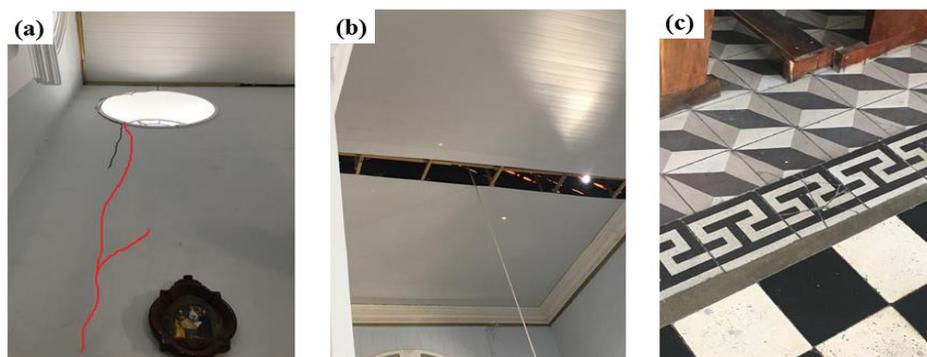


Figura 11. Manifestaciones patológicas en el interior Igreja Menino Deus: (a) Fisuras, (b) Descomposición de elementos del techo y (c) Descomposición de elementos del piso.

Con los resultados de la lista de verificación de la matriz GUT aplicada al edificio, se construyó la tabla de prioridades, que se ilustra en la Figura 12, donde se verifica que la manifestación patológica prioritaria son las grietas, que se pueden observar en la abertura superior de la puerta de la fachada frontal (Figura 10) y también dentro de una pared de la fachada del lado izquierdo (Figura 11 (a)). El puntaje de esta anomalía corresponde a 216 puntos, obtenidos al aplicar el puntaje de Severidad, Urgencia y Tendencia 6 en cada uno, considerando así un daño de prioridad media. El segundo en la tabla de prioridades es el desprendimiento de recubrimiento que tiene un total de 108 puntos, enmarcado como un daño medio. En tercer y cuarto lugar se encuentra el desglose de los elementos del techo y las manchas atmosféricas, con 36 y 27 puntos, clasificados como de riesgo medio y bajo, respectivamente. En las últimas posiciones en el orden de prioridad está el enraizamiento de los arbustos y la descomposición de los elementos del piso, con 18 puntos cada uno, ambos enmarcados como un bajo grado de riesgo.

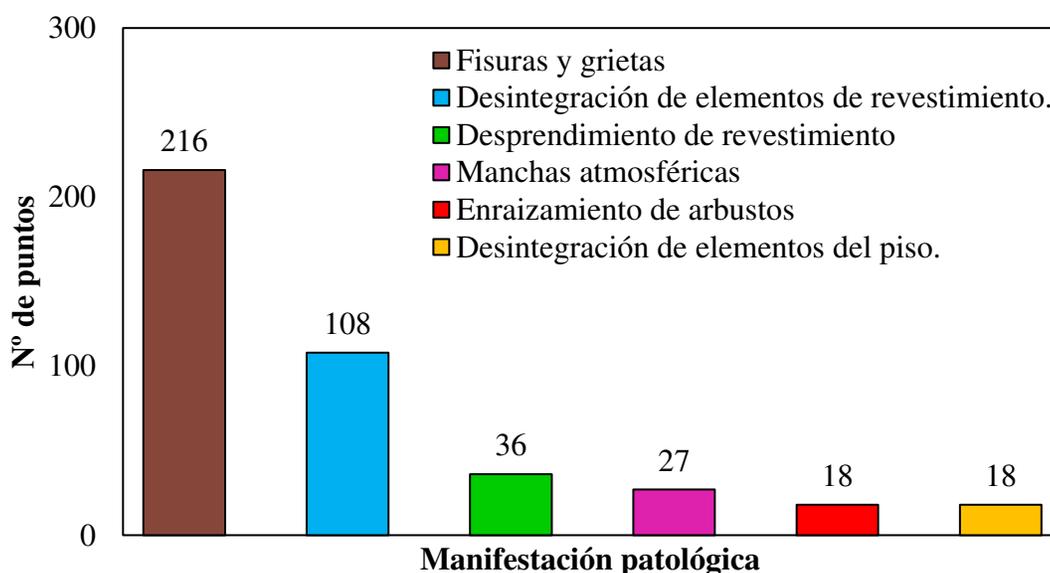


Figura 12. Gráfico de prioridades da Igreja Menino Deus.

La Iglesia Menino Deus presentó pocas manifestaciones patológicas y entre las tres inspeccionadas, también presentó el puntaje más bajo en su daño más grave. Estos también podrían estar relacionados con el mantenimiento que realizan sus administradores.

4.4 Comparación entre los resultados obtenidos

Al hacer un análisis comparativo de las manifestaciones patológicas enumeradas primero para cada iglesia y tomando como parámetro sus puntos totales, tenemos que entre los tres edificios que presentaron el daño más grave fue la Iglesia de Nuestra Señora de los Dolores con unos 1000 puntos en total por la grieta en el arco central de la nave principal. La segunda más grave fue la Iglesia de Nuestra Señora del Rosario con un total de 384 puntos también por una grieta en el altar principal. Y finalmente, el tercero más serio fueron las grietas en la fachada frontal, cerca de la apertura de las ventanas superiores, en la parte inferior de un pilar de la torre y en las paredes de la parte interior de la Iglesia Menino Deus, con un total de 216 puntos. La Figura 13 muestra la comparación entre el daño más severo de estas iglesias.

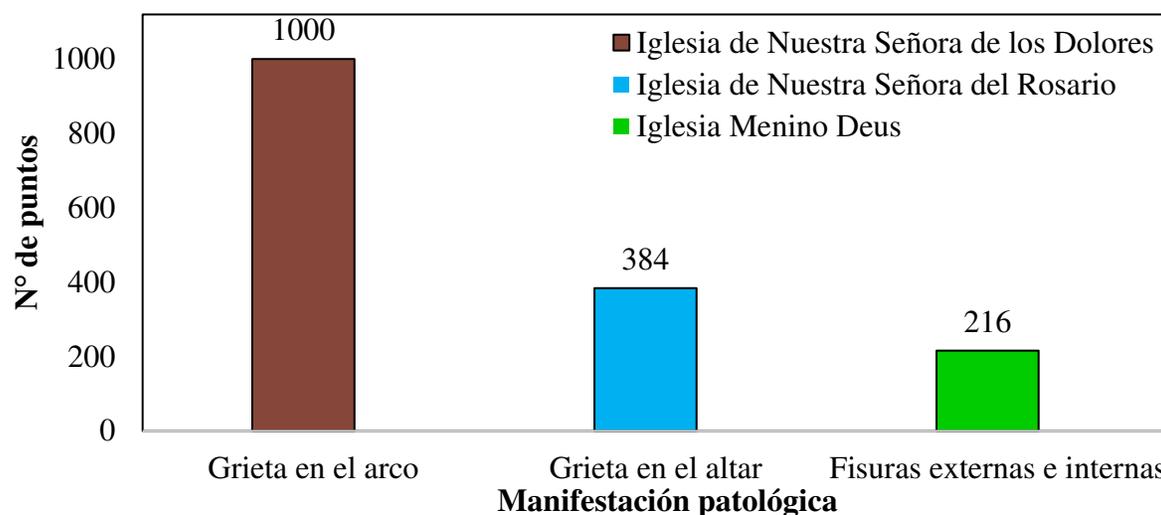


Figura 13. Gráfico comparativo entre el puntaje de las manifestaciones patológicas más severas para cada iglesia.

El análisis de las manifestaciones patológicas a través de GUT Matrix ayuda al gerente a tomar decisiones sobre las intervenciones que contribuyen a la preservación y seguridad del edificio. En este estudio, se observó que el edificio más reciente entre los tres analizados (Iglesia de Nuestra Señora de los Dolores) era el que tenía el mayor número y severidad de manifestaciones patológicas, por lo tanto, se destaca que los factores característicos del deterioro se sumaron a la falta mantenimiento, son elementos de gran influencia en la conservación y protección de lo histórico.

4.5 Limitaciones en el uso de la matriz GUT

A partir de estos resultados, se puede verificar que el método GUT Matrix es una herramienta de planificación estratégica muy útil que, a través de inspecciones visuales, contribuye a la toma de decisiones sobre posibles intervenciones que se pueden implementar en las estructuras, con el objetivo de reparar Daño observado. Sin embargo, como inspección visual, esta herramienta tiene algunas restricciones, lo que requiere que los inspectores involucrados tengan conocimiento y experiencia en el área de la patología de la construcción, lo que hace que las evaluaciones sean consistentes y reflejen la realidad del daño observado a las estructuras.

Para los edificios históricos, generalmente caídos por cuerpos de preservación y, por lo tanto, sin daños, la inspección visual, incluso proporcionando datos cualitativos, es una herramienta importante en el proceso de evaluar y diagnosticar el estado del daño de la estructura, ya que no es una técnica invasiva y no causa daños a la propiedad. Cuando se combina con pruebas no destructivas, la información obtenida de la inspección visual también contribuye a la confiabilidad de los resultados y a una mejor comprensión del estado de conservación y la gravedad del daño a estas estructuras.

Un ejemplo de la aplicación de inspección visual a edificios históricos se puede encontrar en Santos e Silva (2017), quien identificó daños en la fachada del Bloque A de la Escuela Politécnica de la Universidad de Pernambuco, un edificio del siglo XIX en Recife, Brasil. Se identificaron las siguientes manifestaciones patológicas: descomposición, grietas, elemento espurio, cambios de color, manchas superficiales, presencia de vegetación, grietas y contaminación. Los resultados mostraron que el estado de conservación de la estructura, considerando que el edificio tiene más de 100 años, es regular. Sin embargo, los autores enfatizan que identificar dicho daño fue muy importante en el desarrollo de un plan de restauración eficiente y que las actividades de mantenimiento, si se realizan correctamente y a intervalos apropiados, aseguran un buen rendimiento del edificio.

Otro estudio importante sobre el uso de las inspecciones visuales se puede observar en el trabajo desarrollado por Rocha et al. (2018) que, a través de esta técnica, combinada con las Listas de identificación de daños (DIL), donde se registraron las manifestaciones patológicas del edificio, fue posible obtener un mapa de daños de la Iglesia Carmo en Olinda, Pernambuco, Brasil, una estructura Muy importante del siglo XVI. Los resultados permitieron mostrar la ubicación de los problemas encontrados y sus dimensiones, mayor precisión en el diagnóstico y medidas preventivas de anomalías. Los autores concluyeron que el uso de esta técnica en la elaboración del mapa de daños proporciona subsidios que facilitan el análisis de la sintomatología y el diagnóstico correcto de las manifestaciones patológicas encontradas, asegurando una propuesta más confiable para el tratamiento de estos problemas.

Por lo tanto, la inspección visual combinada con el método GUT Matrix, para un diagnóstico inicial de los problemas, es eficiente para identificar daños en edificios históricos, su gravedad y posibilidades de evolución en el tiempo, ya que es una técnica no invasiva. Sin embargo, el método aún puede complementarse con pruebas no destructivas.

5. CONCLUSIÓN

La identificación y análisis de manifestaciones patológicas en edificios históricos son de importancia esencial para la conservación de estas estructuras. Sobral es uno de los pocos municipios brasileños que tiene en su estructura urbana una gran cantidad de edificios en su centro histórico, lo que denota la importancia de los estudios dirigidos a la conservación de estas estructuras. Este trabajo tuvo como objetivo demostrar la aplicación de la matriz GUT para un diagnóstico inicial de manifestaciones patológicas en edificios históricos y en el desarrollo de un orden de priorización con respecto a la solución del daño encontrado en estos edificios, lo que demuestra que este método puede ser una herramienta muy útil para la gestión de mantenimiento de edificios.

Entre todos los edificios estudiados, la Iglesia de Nossa Senhora das Dores era la estructura clasificada como la que tenía la mayor cantidad y grado de deterioro, especialmente con respecto a una grieta en el arco frente al altar. En la Iglesia de Nuestra Señora del Rosario, el número de daños encontrados fue pequeño, presentando como objetivo principal y preocupación, las grietas ubicadas a los lados del altar. Ya en la Iglesia Deus Deus, se descubrió que los principales agravantes eran las grietas en la fachada frontal y algunas paredes internas.

Por lo tanto, se concluye que el presente estudio es relevante, ya que la matriz GUT puede ser una herramienta de apoyo importante en la gestión del mantenimiento de edificios, contribuyendo a la conservación y seguridad de las estructuras, especialmente cuando se aplica a edificios históricos.

6. AGRADECIMENTOS

Los autores agradecen al Instituto Nacional de Patrimonio Artístico de (IPHAN), la parroquia de Nuestra Señora de la Concepción en Sobral y el Laboratorio de Rehabilitación y Durabilidad de Construcciones - Lareb / UFC Campus de Rusia, el apoyo y la información utilizada en el desarrollo de este trabajo.

7. REFERENCIAS

Brandão, F. S. (2018), “*Aplicação da Matriz GUT como ferramenta de suporte na gestão da manutenção de edificações*”, Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Engenharia e Gerenciamento de Manutenção, Faculdade Única de Ipatinga, p. 08.

- Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional- IPHAN. (2005), “*Inventário Nacional de Bens Arquitetônicos – IBA*”. IPHAN, Sobral, Brasil, p. 42.
- Martins, N., Pessoa, R., Nascimento, R. (2017), Priorização na Resolução de Manifestações Patológicas em Estruturas de Concreto Armado: Método GUT, *Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada*. 2 (3): 139-147. <http://dx.doi.org/10.25286/rep.v2i3.707>
- Mesquita, E., Brandão, F., Diógenes, A., Antunes, P., Varum, H. (2017), Ambient vibrational characterization of the Nossa Senhora das Dores Church, *Engineering Structures and Technologies*, 9 (4): 170-182. <https://doi.org/10.3846/2029882X.2017.1416311>
- Mesquita, E., Paupério, E., Arêde, A., Varum, H. (2015), “*Boletim Técnico nº 11: Caracterização, avaliação e recuperação estrutural de construções históricas*”. ALCONPAT-BRASIL, p. 18.
- Pinto, J. J. de S (2009), “*Os novos palácios da velha princesa: Intervenções arquitetônicas contemporâneas no sítio histórico de Sobral*”, Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, p. 129.
- Rocha, E. A., Macedo, J. V. S., Correa, P., Monteiro, C. B. (2018), Adaptation of a damage map to historical buildings with pathological problems: Case study at the Church of Carmo in Olinda, Pernambuco, *Revista ALCONPAT*, 8 (1): 51-63. <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v8i1.198>
- Roca, P., Cervera, M., Gariup, J., Pela', L. (2010), Structural Analysis of Masonry Historical Constructions. Classical and Advanced Approaches, *Archives of Computational Methods in Engineering*, 17(3): 299–325. <https://doi.org/10.1007/s11831-010-9046-1>
- Santos, C. L. L., Silva, A. J. C. (2017). “*Conservação de edifício histórico do século XIX – análise de patologias na fachada do Bloco A da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco*”. In: Conferência Nacional de Patologia e Recuperação de Estruturas, CONPAR 2017, Recife: Pernambuco (Brasil), pp. 1-12.
- Santos, F., Alves, A., Brandão, F., Mesquita, E., Diógenes, A., Varum, H. (2016). “*Análise estrutural de uma edificação histórica do Século XVIII*”. In: Congresso Brasileiro de Patologia das Construções, CBPAT 2016, Belém: Pará (Brasil), pp. 317-327.
- Verzola, S. N., Marchiori, F. F., Aragon, J. O. (2014). “*Proposta de lista de verificação para inspeção predial x urgência das manutenções*”. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, XV ENTAC, Maceió: Alagoas (Brasil), pp. 1226-1235. <http://doi.org/10.17012/entac2014.300>