Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 233-246, dez. 2024 (edição extra). ISSN 1981 4089

ANÁLISE DAS FISSURAS NAS BASES DOS PILARES DA CATEDRAL DE BRASÍLIA – BRASIL

ANALYSIS OF CRACKS AT THE BASE OF THE PILLARS OF THE CATHEDRAL OF BRASILIA – BRAZIL

JULIANO RODRIGUES DA SILVA
Universidade Estadual de Goiás (UEG - CET, Campus Central, Anápolis - GO)
julianorodriguessilva@gmail.com

EDER CHAVEIRO ALVES
Gestor de Engenharia no Ministério Público do Estado de Goiás
eder.alves@mpgo.mp.br

PABLO DO NASCIMENTO NEVES
Universidade Estadual de Goiás (UEG - CET, Campus Central, Anápolis - GO)
pablonascimento44@gmail.com

GABRIEL PHILLIP RODRIGUES SILVA
Universidade Federal de Goiás (UFG) - Campus Colemar Natal e Silva, Goiânia - GO.
gabrielphillippy@hotmail.com

Resumo: Esta pesquisa tem como objetivo estudar as manifestações patológicas na Catedral Metropolitana de Brasília desde sua construção até a atualidade. O estudo pressupõe a identificação e sugestão de manutenções necessárias periodicamente, bem como manutenções futuras. Elas foram comparadas com simulações numéricas encontradas na literatura técnica. É importante destacar que esta análise faz parte de uma linha de pesquisa sobre interferências necessárias em monumentos históricos em concreto armado no Brasil e tem como finalidade analisá-los e avaliá-los através do método GDE/UnB (Deterioração da Estrutura, desenvolvido pela Universidade de Brasília entre 1999 e 2015). Durante a pesquisa, foram levados em consideração a estrutura da edificação, os materiais utilizados e as normas técnicas da época (NB-1/1940) em comparação com os materiais utilizados atualmente (NBR 6118/2014). O nível de deterioração encontrado, utilizando o GDE/UnB (2015), foi de 43,85, o que indica um nível médio, onde o prazo de intervenção deve ser fixado em no máximo dois anos.
Palavras-chave: Manifestações patológicas. Concreto armado. Monumentos históricos. Catedral Metropolitana de Brasília.

Abstract: This research aims to study the pathological manifestations in the Metropolitan Cathedral of Brasília from its construction to the present. The study presupposes the identification and suggestion of necessary maintenance periodically, as well as future maintenance. They were compared to numerical simulations found in the technical literature. It is important to highlight that this analysis is part of a research lineage on necessary interferences in historical monuments in reinforced concrete in Brazil and has the objective of analyzing and evaluating them through the GDE/UnB method (Deterioration of the Structure, developed from the University of Brasília between 1999 and 2015). During the research, the structure of the building, the materials used and the technical standards at the time (NB-1/1940) were taken into account compared to the materials used today (NBR 6118/2014). The level of deterioration found, using the GDE/UnB (2015), was 43.85, which indicates an average level, where the deadline for intervention must be set at a maximum of two years.
Keywords: Pathological manifestations. Reinforced concrete. Historical monuments. Metropolitan Cathedral of Brasilia.

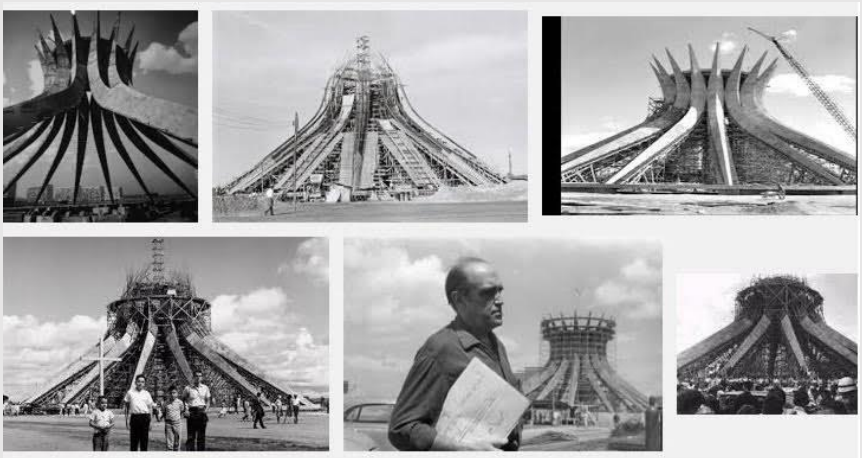
Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 233-246, dez. 2024 (edição extra). ISSN 1981 4089

Introdução

Inaugurada no dia 31 de maio de 1970, a Catedral Metropolitana de Brasília, no qual o nome oficial da Igreja é Catedral Metropolitana Nossa Senhora Aparecida, está localizada na Praça de Acesso ao lado da Esplanada dos Ministérios de Brasília-DF. O projeto arquitetônico foi desenvolvido pelo arquiteto Oscar Niemeyer e o projeto estrutural pelo engenheiro civil Joaquim Maria Moreira Cardozo (VASQUES, 2018). Cabe ressaltar que Niemeyer, com esse projeto, venceu o Prêmio Pritzker em 1988.

A construção da Catedral ocorreu em duas etapas, sendo a primeira entre 1959 e 1960. Nesta etapa foram construídos os 16 pilares de concreto que convergem num círculo central chamado de "nave principal" (figura 1). Cada um desses pilares tem 42 metros de altura e sua sustentação é feita por dois anéis de concreto armado. O anel superior (diâmetro de 6,8 metros) está localizado próximo ao topo dos pilares, de modo a absorver os esforços de compressão. O anel inferior (diâmetro de 60 metros) ao nível do piso, absorve os esforços de tração reduzindo as cargas nas fundações, de modo a receber apenas esforços verticais. As colunas emergem do anel de tração, maciças e delicadas, armadas com 70 vergalhões CA-50 de uma polegada com cobrimento do concreto de 2,0 cm. A segunda etapa da construção ocorreu entre 1969 e 1970, sendo criado o fechamento lateral entre os pilares, o espelho d'água ao redor da Catedral, o batistério e o campanário, conforme Aguiar e Favero (2019).

Figura 1 - Fotos da construção da Catedral de Brasília entre 1959 e 1960.



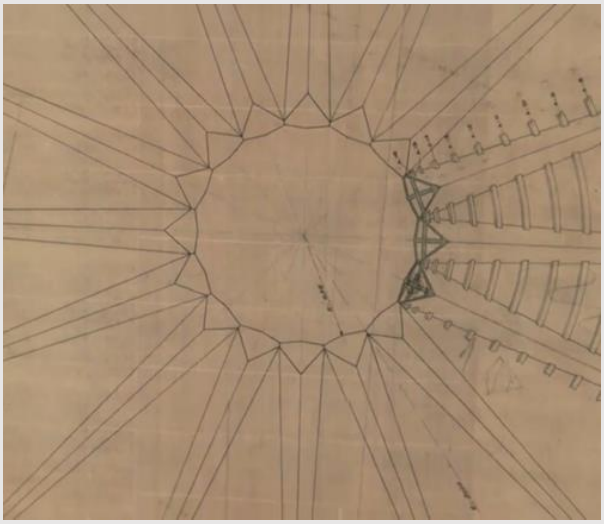
Fonte: Desconhecida.

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 233-246, dez. 2024 (edição extra). ISSN 1981 4089

O projeto estrutural da Catedral de Joaquim Cardozo (figura 2) apresenta peculiaridades nas quais não se viam nos projetos do final da década de 1950. Permitia que a edificação fosse suspensa em pilares de seção variável em forma de bumerangue, tendo-se o concreto da época resistência cinco vezes menor que os concretos dos dias atuais. Além disso, o patamar estabelecido pelas normas internacionais na época era o uso de no máximo 6% de barra de ferro nas estruturas de concreto. Segundo Veja (2009), Cardozo adotou 20% de ferro na trama das colunas de concreto, rompendo com os modelos de cálculo em voga (figura 2).

Segundo Clímaco e Pessoa (2002), as fundações da edificação foram feitas de tubulões escavados a céu aberto com diâmetro de 0,70m de fuste e profundidade de aproximadamente 28,00 m, possuindo as bases alargadas. Sobre os tubulões foram construídos os blocos ligados através de cintamento, que suporta o anel de onde saem as 16 colunas que marcam a estrutura da Catedral de Brasília. O anel de tração está separado dos pilares da infraestrutura por placas de neoprene (50 cm x 50 cm x 2,5 cm).

Figura 2 - Projeto Estrutural de Joaquim Cardozo.



Fonte: Desconhecida.

Reconhecida como ícone de modernidade, por suas formas suntuosas e vitrais de rara beleza, a Catedral de Brasília integra o conjunto urbanístico reconhecido, no ano de 1987, pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) como Patrimônio Cultural da Humanidade, sendo depois de três anos (em 1990) tombada como monumento Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 2016).

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 233-246, dez. 2024 (edição extra). ISSN 1981 4089

Este trabalho tem como objetivo analisar as manifestações patológicas na base dos pilares da Catedral Metropolitana de Brasília. O estudo tem como pressuposto a identificação e sugestão de manutenções necessárias com periodicidade, bem como manutenções futuras para o ponto crítico da edificação que são as fissuras que ocorrem na base dos 16 pilares. O presente estudo faz parte de uma linha de pesquisa para as manutenções necessárias nos monumentos históricos em concreto armado e possui o objetivo de analisá-los e quantifica-los através do método GDE/UnB (Deterioração da Estrutura, desenvolvido pela Universidade de Brasília entre os anos de 1994 e 2015). Durante a pesquisa, foi levada em consideração a estrutura da edificação e os materiais utilizados à época, bem como as normas técnicas seguindo a NB-1/1940 e a norma utilizada na atualidade NBR 6118/2014.

Objetivos

Será realizado um relatório final da Catedral de Brasília, com elaboração de um relatório fotográfico, com a classificação das anomalias e falhas quanto ao risco, além de suas descrições técnicas e propostas estratégicas para manutenção de curto, médio e longo prazo de acordo com as especificações do sistema GDE/UnB (2015) dos 16 pilares e comparar os sintomas com as análises numéricas apresentadas por Clímaco e Pessoa (2002).

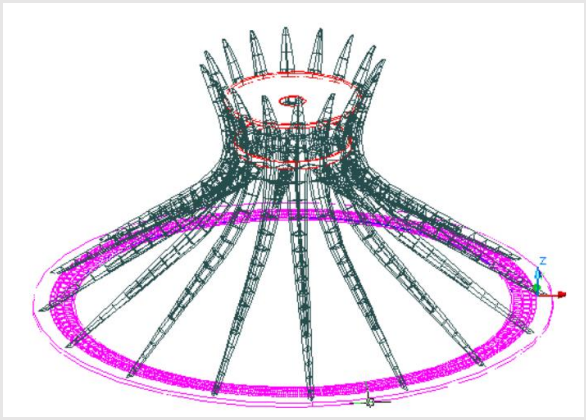
Metodologia

Simulação numérica Clímaco e Pessoa (2002)

Clímaco e Pessoa (2002) fizeram o levantamento da estrutura da Catedral e, depois, simularam numericamente os esforços e deformações por meio dos softwares Ansys (1995) e SAP2000 (1995). Para o concreto, adotou-se com as características físicas correspondentes a fck = 21,0 MPa, e o módulo de elasticidade, coeficiente de Poisson e peso específico conforme a norma NB-1 (1978). O modelo de estrutura adotado está representado na figura 3.

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 233-246, dez. 2024 (edição extra). ISSN 1981 4089

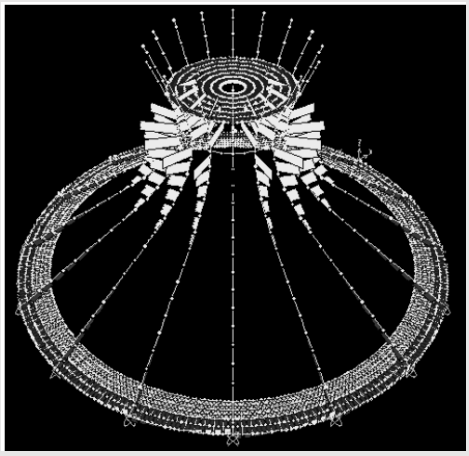
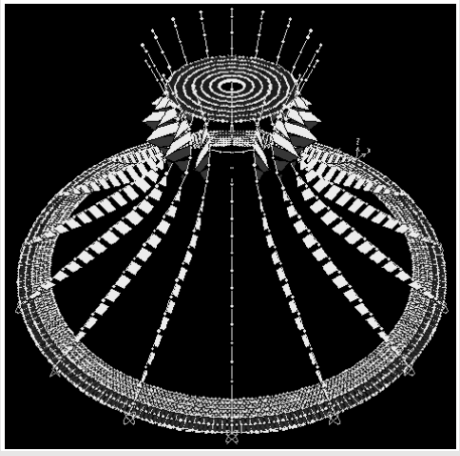
Figura 3 - Estrutura da Catedral de Brasília.



Fonte: Clímaco e Pessoa, 2002.

As figuras 4a e 4b apresentam, respectivamente, os diagramas de forças cortantes segundo o eixo vertical Y e os momentos fletores nas seções extremas das barras de 2,0 m, em seus valores máximos, em relação a eixos locais no plano da seção empregando o software SAP2000 (1995). Os momentos positivos máximos obtidos foram da ordem de 3500 kN.m e os negativos de cerca de 5500 kN.m. O esforço normal na seção da base foi de 1500 kN e as deformações verticais máximas da ordem de 7,5 cm.

Figura 4 – Simulação usando SAP2000: a) Diagrama de forças cortantes no eixo vertical Y; b) Momentos fletores máximos.

a)  b) 

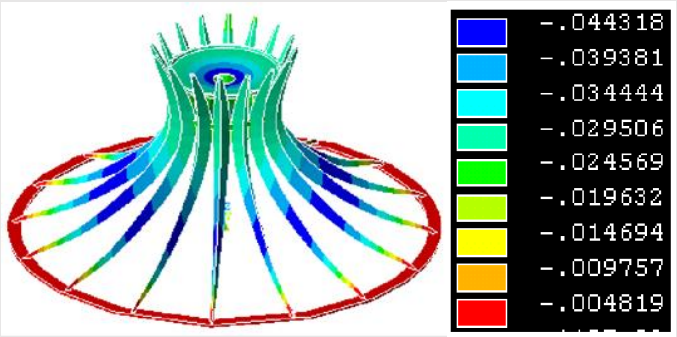
Fonte: Clímaco e Pessoa, 2002.

Na simulação empregando o software ANSYS as cargas foram consideradas concentradas em pontos específicos dos pilares, simulando o efeito da sobrecarga gerada pelos vitrais. As condições de contorno no modelo foram estabelecidas nos nós das bases dos pilares,

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 233-246, dez. 2024 (edição extra). ISSN 1981 4089

através de 15 restrições de primeiro gênero, com reação apenas na direção vertical, e uma de segundo gênero. A figura 5 mostra os deslocamentos verticais em metros encontrados na simulação no ANSYS.

Figura 5 – Deslocamentos verticais obtidos no ANSYS.

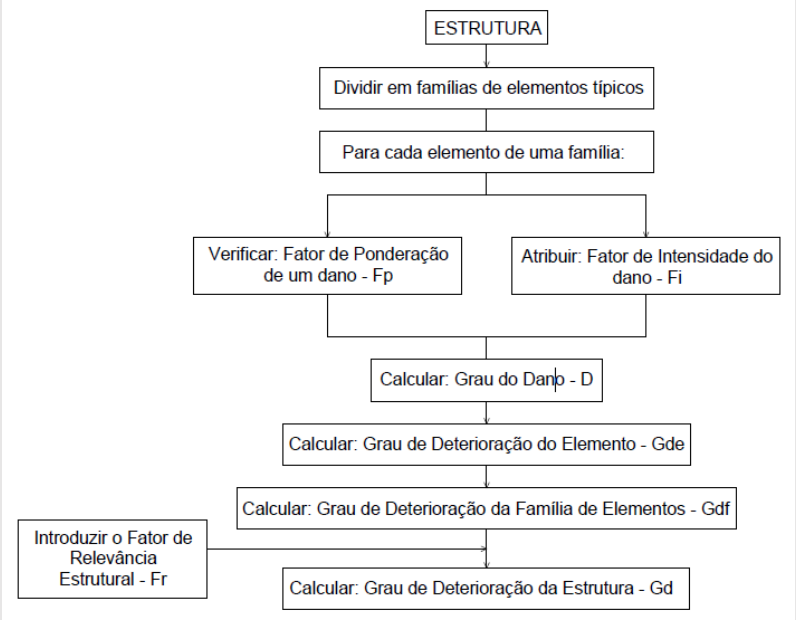


Fonte: Clímaco e Pessoa, 2002.

Formulações por Fonseca (2007)

Para a aplicação da metodologia GDE/UnB para avaliar a condição da estrutura de concreto da Catedral, seguiram etapas no escritório e no campo. As etapas do campo são a atribuição dos valores do Fator de Intensidade do Dano (Fi) e do Fator de Ponderação de um Dano (Fp). O fluxograma abaixo (figura 6) expõe as etapas da metodologia GDE/UnB.

Figura 6 - Fluxograma para avaliação quantitativa.



Fonte: Castro, 1994 – Adaptado.

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 233-246, dez. 2024 (edição extra). ISSN 1981 4089

Divisão em Famílias de Elementos Típicos

Nessa fase, os elementos são agrupados conforme a sua função estrutural no conjunto, isto é, de acordo com as características estruturais. Cada elemento é tratado de forma igualitária, porém, é válido ressaltar que essa classificação é variável consoante a aplicação desse método. Isso ocorre porque há elementos estruturais com mesma denominação, mas que em um sistema construtivo possui função diferente, por exemplo, as transversinas em Obra de Arte Especial, que podem ser de ligação ou portante. Por conseguinte, recomenda-se que fiquem em famílias distintas considerando que a ruina desses elementos ocasionam problemas diferentes na estabilidade global da estrutura (VERLY, 2015). A divisão feita por Fonseca (2007), seguiu o exposto na tabela 1, Fator de Relevância Estrutural (Fr), abaixo.

Tabela 1 – Fatores de Relevância Estrutural (Fr).

Elemento	Fr
Elementos de composição arquitetônica	1,0
Reservatório superior	2,0
Escadas/rampas, reservatório inferior, cortinas, lajes secundárias, juntas de dilatação	3,0
Lajes, fundações, vigas secundárias, pilares secundários	4,0
Vigas e pilares principais	5,0

Fonte: Fonseca, 2007 – Adaptado.

Fator de Ponderação de um Dano (Fp)

O Fator de Ponderação (Fp) é de suma importância para determinação do dano quanto à funcionalidade, a segurança e a estética do elemento de uma família. Eles podem variar de 1 a 5. Uma mesma manifestação patológica pode possuir o valor de Fp diferente para famílias diferentes, por exemplo, o desplacamento em lajes (Fp=3) e o em reservatório (Fp=5), conforme classificação de Castro (1994).

O formulário apresentado na tabela 1 foi proposta por Castro (1994). Nesse formulário, os valores de Fp são determinados antes da inspeção, exceto para as fissuras que devem ser analisadas no momento da verificação.

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 233-246, dez. 2024 (edição extra). ISSN 1981 4089

Grau de Deterioração do Elemento (Gde)

Para o cálculo do Grau de Deterioração do Elemento (Gde), Lopes (1998) propôs a equação (1) abaixo.

$$\text{Gde} = \text{Dmáx}\left[1 + \frac{(\sum_{i=1}^{n} \text{Di}) - \text{Dmáx}}{\sum_{i=1}^{n} \text{Di}}\right] \quad (1)$$

Onde:

Gde - Grau de Deterioração do Elemento;

Di - Grau do Dano de Índice "i";

Dmáx - Maior Grau do dano encontrado no elemento; e,

n - Número de danos encontrados no elemento.

A tabela 2 abaixo apresenta o nível de deterioração, o valor do Gde e as ações a serem adotadas.

Tabela 2 - Classificação dos níveis de deterioração do elemento pela metodologia GDE/UnB.

Nível de deterioração	Gde	Ações a serem adotadas
Baixo	0-15	Estado aceitável. Manutenção preventiva.
Médio	15 - 50	Definir prazo/natureza para nova inspeção. Planejar intervenção em longo prazo (máximo 2 anos).
Alto	50 - 80	Definir prazo/natureza para inspeção especializada detalhada. Planejar intervenção em médio prazo (máximo 1 ano).
Sofrível	80 - 100	Definir prazo/natureza para inspeção especializada detalhada. Planejar intervenção em curto prazo (máximo 6 meses).
Crítico	> 100	Inspeção especial emergencial. Planejar intervenção imediata.

Fonte: Fonseca, 2007 – Adaptado.

Resultados

Pilares da Catedral

De acordo com a NBR 6118 (2014), os pilares são "Elementos lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que forças normais de compressão são preponderantes". Os pilares da Catedral de Brasília possuem formato paraboloide hiperbólico, isto é, seção transversal variável em todo seu comprimento.

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 233-246, dez. 2024 (edição extra). ISSN 1981 4089

As figuras 7a e 7b apresentam as manifestações patológicas presentes nos pilares e a espessura das fissuras. O acesso para análise mais próxima não foi permitido. Assim, o registro fotográfico e os valores do Gde foram extraídos de Borges e Silva (2018).

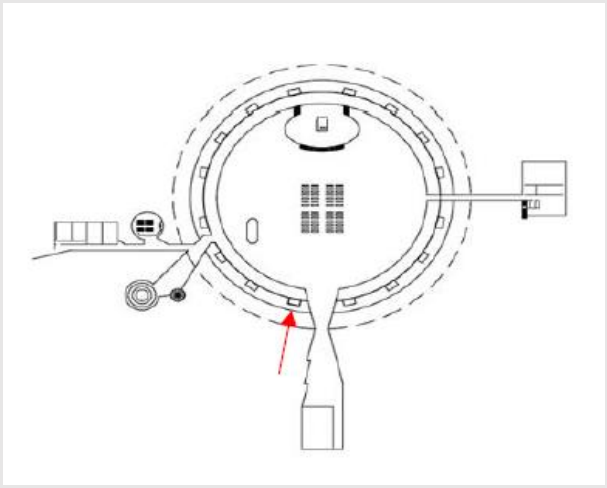
Figura 7 – Pilar 01. (a) A Fissura indicada apresenta aproximadamente 1,0mm de abertura. (b) Fissurômetro.

(a) (b)

Fonte: Borges e Silva, 2018.

A seguir, o quadro 1 apresenta os danos do elemento, bem como a sua localização através de um croqui. Por apresentar somente a fissura, o Gde será igual ao dano (D), 40.

Quadro 1 – Grau de Deterioração da Estrutura (Pilar P1).

Nome do Elemento	**Pilar 01**			
Local	**Ver Croqui**			
Danos	**Fp**	**Fi**	**D**	**Croquis/Observações**
Carbonatação do Concreto	3	0	0	
Concreto Deficiente	3	0	0	
Contaminação por Cloreto	3	0	0	
Corrosão de Armaduras	5	0	0	
Desagregação	3	0	0	
Desplacamento	3	0	0	
Eflorescência	2	0	0	
Falha na Concretagem	2	0	0	
Fissuras	5	3	40	
Flechas	5	0	0	
Infiltração	3	0	0	

Fonte: Borges e Silva (2018).

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 233-246, dez. 2024 (edição extra). ISSN 1981 4089

A localização das fissuras nos pilares condiz com os locais que obtiveram máximo esforço de cortante e (ou) máximo esforço de momento na análise de Clímaco e Pessoa (2002). As fissuras desenvolveram de maneira parcial nos pilares. Os regulamentos, inclusive as Normas Brasileiras, têm aumentado a tolerância em relação às aberturas das trincas e fissuras; assim:

a) NB-1 (1978) considerava a fissuração nociva quando a abertura das fissuras na superfície do concreto ultrapassava os seguintes valores: 0,1 mm para peças não protegidas em meio agressivo; 0,2 mm para peças não protegidas em meio não agressivo; 0,3 mm para peças protegidas;

b) NBR 6118 (2003) considera que "a abertura máxima característica wk das fissuras, desde que não exceda valores da ordem de 0,2 mm a 0,4 mm, conforme (tabela 13.3), sob ação de combinações frequentes, não têm importância significativa na corrosão das armaduras passivas;

c) NBR 6118 (2014) determina que as exigências relativas à fissuração são em função do tipo de elemento e da classe de agressividade. De modo a atender ao estado limite de fissuração são: para aberturas máximas esperadas na ordem de 0,3 mm – CAAII e CAAIII e 0,2 mm – CAA IV. Sendo CAA – Classe de Agressividade Ambiental;

d) EUROCODE EN 1992 (2004) adota que o limite máximo de fissura para concreto armado e combinação de cargas quase-permanente os valores de 0,4 mm para as classes de exposição X0 e XC1 e 0,3 mm para as classes de exposição XC2, XC3, XC4, XD1, XD2, XD3, XS1, XS2 e XS3; e,

e) ACI 318 (2008)16 considera que a fissura máxima deve ficar entre 0,15 e 0,3 mm, segundo ACI 224R (2001).

Para este estudo foi adotado um grau de exposição/agressividade de uma zona urbana em peças não protegidas, sendo adotado conforme as normas: 0,2 mm para a NB-1 (1978) e 0,3 mm para as NBR-6118 (2003) e (2014), EUROCODE EN 1992 (2004) e ACI 318-(2008). Dessa forma, a tabela 3 apresenta as aceitabilidades das fissuras dos pilares da Catedral conforme as normas.

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 233-246, dez. 2024 (edição extra). ISSN 1981 4089

Tabela 3 – Pilar, fissura e aceitabilidade.

Pilar	Fissuras (mm)	Aceitabilidade				
		ABNT NB-1 (1978)	ABNT NBR 6118/ (2003)	ABNT NBR 6118 (2019)	EUROCODE EN 1992 (2004)	ACI 318 (2008)
1	1,0	Não	Não	Não	Não	Não
2	0,2	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
3	0,3	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
4	0,1	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
5	0,3	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
6	0,1	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
7	1,4	Não	Não	Não	Não	Não
8	0,4	Não	Não	Não	Não	Não
9	0,5	Não	Não	Não	Não	Não
10	0,9	Não	Não	Não	Não	Não
11	0,3	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
12	0,1	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
13	0,4	Não	Não	Não	Não	Não
14	0,2	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: SILVA J. R. Et. al.

Após os valores de Gdf serem obtidos, é possível determinar o valor de K que é o produto entre o Gdf e Fr, conforme tabela 4 abaixo.

Tabela 4 – Grau de Deterioração da Estrutura.

Família	Gdf	Fr	K
Pilares da Catedral	86,46	5	432,30
Lajes	73,09	4	292,36
Revestimento	60	1	60,00
Escadas e Rampas	34,48	3	103,44
TOTAL			**888,10**

Fonte: SILVA J. R. Et. al..

Com a determinação do valor de K sendo igual a 888,10, é possível determinar o Grau de Deterioração da estrutura (Gd) pela equação (2) abaixo.

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 233-246, dez. 2024 (edição extra). ISSN 1981 4089

$$Gd = \frac{Kmáx}{7{,}07}\sqrt{\frac{1+\left(\sum_{i=1}^{k} Ki\right)-Kmáx}{\sum_{i=1}^{k} Ki}} \quad (2)$$

O Grau de Deterioração da Estrutura foi de Gd=43,85. De acordo com a Tabela 2, a estrutura da Catedral é classificada como média (valor 15-50). A recomendação dada pelo método GDE/UnB (2015) é de definir prazo/natureza para nova inspeção e planejar intervenção em longo prazo (máximo 2 anos).

Os estudos das manifestações patológicas da Catedral de Brasília, principalmente das fissuras da base dos pilares, têm o intuito de iniciar uma discussão acerca das manifestações patológicas que ocorrem na edificação. Esta pesquisa procurou desenvolver e ampliar inicialmente o conhecimento técnico acerca do comportamento global e do nível de vulnerabilidade das estruturas de edificações históricas. Este trabalho limita-se a apresentar inicialmente pontos críticos que, com sua análise inicial, servirá de apoio à tomada de decisões para intervenções futuras e elencará manutenções da Catedral de Brasília e de outros edifícios históricos, principalmente da cidade de Brasília em virtude de as edificações históricas da cidade já possuírem mais de 60 anos de vida útil.

Conclusões

Após a inspeção e análise da Catedral Metropolitana Nossa Senhora Aparecida, verificou-se que será necessário estabelecer manutenções periódicas a fim de melhorar a vida útil da estrutura. O resultado obtido (Gde = 43,85) demonstra que o Grau Deterioração da Estrutura é considerado médio e que para solucionar as manifestações patológicas mais graves serão necessárias intervenções de profissionais especializados para que seja elaborado um laudo técnico, definindo a ação correta, seja ela de recuperação e (ou) reforço.

As fissuras encontradas na região interna da Catedral foram fissuras passivas, isto é, não variam de forma considerável ao decorrer do tempo. Para remediar esse tipo de fissura, é sugerido usar produtos determinados em projeto, como por exemplo, o epóxi.

As fissuras encontradas no pilar, por se apresentarem em estrutura primordial, é recomendado que seja realizado um estudo aprofundado para identificar qual melhor técnica a ser utilizada, porque apenas com inspeções visuais não foi possível chegar a conclusões definitivas acerca da complexidade da fissura.

Agradecimentos

Ao Instituto de Pesquisa de I&D em Estruturas e Construções - CONSTRUCT do Departamento de Engenharia Civil a Faculdade de Engenharia do Porto – FEUP da Universidade do Porto – Portugal.

Referências

ACI 318. **Building Code Requirements for Structural Concrete**. American Concrete Institute. Farmington Hills, Michigan, 2008.

ACI COMMITTEE 224 R-01. **Control of Cracking in Concrete Structures**. Manual of Concrete Practice Part 3. American Concrete Institute. Farmington Hills, Michigan, 2001.

AGUIAR, M.; FAVERO, M. Catedral de Brasília: Forma-estrutura atectônica e experiência empática Eixo Temático: História e Historiografia da Arquitetura e do Urbanismo Modernos no Brasil. **13° Seminário Docomomo Brasil**. Salvador, Bahia, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto: Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto: Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

BORGES, B. E. F.; SILVA, J. R. **Manifestações patológicas na estrutura de concreto armado da Catedral de Brasília (Catedral Metropolitana de Nossa Senhora Aparecida)**. Universidade Paulista, Brasília, 2018.

CASTRO, E. K. **Desenvolvimento de metodologia para manutenção de estruturas de concreto armado**. 1994. 139 p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil, Universidade de Brasília, 1994.

CLÍMACO, J. C. T. S; PESSOA, D. F. Catedral de Brasília: histórico de projeto/execução e análise da estrutura. **Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil**. Porto Rico, v. 2, n.2, 2002.

EURO CODE 2. **Design of Concrete Structures**. Part 1-2: General rules–Structural Fire Design. EN 1992-1-2, 2002.

FONSECA, R. P. **A estrutura do Instituto Central de Ciências: aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e proposta de manutenção**. 2007. 213 p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil, Universidade de Brasília, 2007.

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 233-246, dez. 2024 (edição extra). ISSN 1981 4089

IPHAN. **Patrimônio Mundial, fundamentos para seu reconhecimento ─ A convenção sobre proteção do patrimônio mundial, cultural e natural, de 1972**: para saber o essencial. Brasília, 2016.

LOPES, B. A. R. **Sistema de manutenção predial para grandes estoques de edifícios: Estudo para inclusão do componente "Estrutura de Concreto"**. 1998. 308 p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil, Universidade de Brasília, 1998.

NORMA BRASILEIRA NB-1. **NB NBR 6118**: Projeto e Execução de Obras de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: NB, 1978.

NORMA BRASILEIRA NB-1. Cálculo e Execução de Concreto Armado. Rio de Janeiro: 1940.

VASQUES, A. P. F. **A representação dos significados transmitidos pelo monumento***:* A Catedral Metropolitana Nossa Senhora Aparecida – Brasília/DF. Instituto de Ciências Humanas – IH, Departamento de Geografia – GEA, 2018.

VEJA. A poesia concreta de Joaquim Cardozo (PDF). **Revista VEJA**. 2009.

VERLY, R. C. **Avaliação de metodologias de inspeção como instrumento de priorização de intervenções em Obras de Arte Especiais**. 2015. 178 p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil, Universidade de Brasília, 2015.