

**A ESTRUTURA DA UEG (CCET): PROJETO, EXECUÇÃO,  
INTERVENÇÕES E PROPOSTA DE ESTRATÉGIAS PARA  
MANUTENÇÃO (PRÉDIOS ADJACENTES).**

**THE UEG STRUCTURE (CCET): DESIGN, IMPLEMENTATION,  
INTERVENTION AND PROPOSED STRATEGIES FOR  
MAINTENANCE (BUILDINGS ADJACENT)**

**FRANCIELLY DJANIRA DE OLIVEIRA**

Engenheira Civil – Universidade Estadual de Goiás  
franciellyoliveira@hotmail.com

**LAÉRCIO BRENO MOREIRA**

Acadêmico de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Goiás  
aercio-breno@hotmail.com

**JOSUÉ RÉGIO DAMACENO**

Acadêmico de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Goiás  
jotaerrys@hotmail.com

**THYEGO D'ABBADIA SILVA TEIXEIRA**

thyegosilva5@gmail.com  
Acadêmico de Engenharia Civil – Centro Universitário do Distrito Federal

**JULIANO RODRIGUES DA SILVA**

Professor Doutor em Estruturas e Construção Civil – Universidade de Brasília  
julianorodriguessilva@gmail.com

**Resumo:** Este trabalho visa analisar e quantificar o grau de deterioração do Laboratório de Pesquisa Ecológica e Educação Científica, prédio adjacente do Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo (CCET) da Universidade Estadual de Goiás. Construído em 2008, uma estrutura de dois andares, com uma arquitetura arrojada, em concreto armado, que será objeto de estudo deste trabalho. Para a metodologia de análise foi escolhido o Grau de deterioração estrutural (GDE) da Universidade de Brasília. Para estudo das manifestações patológicas foi gerado registros fotográficos, tabelas de cálculos e foi atribuído um grau de importância para cada anomalia encontrada. Aplicando o método GDE alguns elementos obtiveram grau de deterioração  $Gde < 15$ , neste caso conclui-se que o grau de dano é aceitável, necessitando apenas de algumas medidas de manutenção preventiva. Para outros casos o grau de deterioração do elemento foi  $Gde > 15$ , houve então a classificação do grau de dano em médio, alto ou crítico. E por fim, sugestões de reparo foram propostas.

**Palavras-Chave:** Quantificar, Analisar, Deterioração, Patologia, Terapia.

**Abstract** This work aims to analyze and quantify the degree of deterioration of the Ecological Research Laboratory and Scientific Education, adjacent building Campus of Exact Sciences and Technology Henrique Santillo (CCET) the State University of Goiás. Built in 2008, a two-story structure with a modern architecture, reinforced concrete, which will be object of study of this work. For the analysis methodology was chosen degree of structural deterioration (GDE) of the University of Brasilia. To study the pathological manifestations was generated photographic records, calculations tables and was assigned a level of importance for each anomaly found. Applying the method GDE some elements obtained degree of deterioration  $Gde < 15$ , in this case it is concluded that the degree of damage is acceptable, requiring only a few preventive maintenance measures. For other cases the degree of deterioration of the element was  $Gde > 15$ , then there was the classification of the degree of damage in medium, high or critical. Finally, repair suggestions were proposals.

**Keywords:** Quantify, analyze, Deterioration, Pathology, Therapy.

## Introdução

O Campus Henrique Santillo, onde está estabelecido a — Campus Ciências Exatas e Tecnológicas (CCET), foi inaugurado em março de 2001, totalizando 15 anos de existência em 2016. Porém o prédio adjacente, Laboratório de Pesquisa Ecológica e Educação Científica, foi construído em 2006, completando 10 anos em 2016. Considerando que a vida útil de prédios similares ao analisado neste trabalho, podem chegar até 50 anos ou mais sem apresentarem manifestações patológicas graves, entretanto os 10 anos do prédio adjacente não são suficientes para isentar a sua estrutura de desempenhos insatisfatórios, quer seja pela deficiência em sua funcionalidade (deficiência estrutural), quer seja pelo ponto de vista estético (desconforto visual, desconforto térmico, vibrações etc.).

Por muito tempo, pensou-se que o concreto, combinado com o aço através de técnicas de cálculo estrutural, resultariam em edificações de vida eterna. O insucesso de várias estruturas ao longo dos anos demonstrou a vulnerabilidade do material frente aos diversos ambientes e aos fatores degradantes a eles associados. Vulnerabilidade esta que se apresenta mais latente, caso a estrutura esteja acometida por uma ou mais falhas, em uma ou mais etapas básicas do processo construtivo (BARBOSA, 2009).

O estudo da durabilidade das estruturas de concreto armado e protendido tem evoluído graças ao maior conhecimento dos mecanismos de transporte de líquidos e de gases agressivos nos meios porosos. Logo, a resistência da estrutura de concreto à ação do meio ambiente e ao uso dependerá, da resistência do concreto, da resistência da armadura, e da resistência da própria estrutura. Qualquer um que se deteriore, comprometerá a estrutura como um todo (MEDEIROS, ANDRADE E HELENE, 2011).

Para a ABNT NBR 6118:2007, item 5.1.2.3, Durabilidade “consiste na capacidade da estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e o contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto”. E ainda prescreve que “as estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas de modo que sob as condições ambientais previstas na época do projeto e quando utilizadas conforme preconizado em projeto, conservem sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente à sua vida útil”.

Segundo a revista *TÉCHNE* (2013), as estruturas de concreto quando adequadamente projetadas, executadas e utilizadas, podem passar décadas sem intervenções de manutenção. As boas práticas recomendam, contudo, que as edificações passem por inspeções periódicas para avaliar a necessidade de ações corretivas em patologias. O tratamento rápido de

ocorrências como infiltrações, deslocamentos e corrosão de armaduras permite estender a vida útil de pilares, vigas, lajes e outros elementos estruturais.

O engenheiro Ercio Thomaz, coordenador da cadeira de Patologias da Construção do Mestrado Profissional do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), explica que o ideal seria que as estruturas de concreto, armado ou protendido, fossem inspecionadas anualmente, procurando-se detectar sinais de deformações excessivas, recalques, lixiviação, expansões, desagregações, fissuras, lascamentos, corrosão de armaduras, entre outras anormalidades.

Manifestações patológicas em uma edificação além de desconforto podem comprometer a segurança e a saúde dos usuários. Porém, um grande problema encontrado, principalmente nas edificações públicas, é a frequência em apresentar danos estéticos e estruturais devido à ausência de programas de manutenção preventiva. Passam-se anos e as estruturas não recebem o devido cuidado para manterem sua integridade.

## **Estudo de Caso**

### **Localização do edifício e objeto de estudo**

A pesquisa foi desenvolvida no prédio principal do Campus Henrique Santillo, localizado no Estado de Goiás, na cidade de Anápolis no endereço BR 153, Nº 3105 Fazenda Barreiro do Meio.

O Campus Henrique Santillo é formado pelo prédio principal e outras três edificações menores, dentre esses três se encontra o Laboratório de Pesquisa Ecológica e Educação Científica (Figura 1), o escolhido como objeto de estudo.

### **Informações da edificação**

O prédio foi construído em 2006, uma estrutura de dois andares em concreto armado e com um referencial da arquitetura contemporânea brasileira. A estrutura utilizada na edificação foi em concreto armado, com fechamento de alvenarias de bloco cerâmico, sendo parte aparente e parte revestida. A cobertura é composta por um espelho d'água, e a laje é impermeabilizada por manta aluminizada. Na parte térrea funciona como atividades praticas e pesquisas e já na parte superior sala de estudo e administração. O prédio é destinado exclusivamente para pesquisas de extensão e iniciação científica (Figura 1).



Figura 1 - Foto frontal do Laboratório de Pesquisa Ecológica e Educação Científica, localizado no Campus Henrique Santillo, Anápolis – Goiás – Fonte LabPeeec, 2009.

## **Metodologia GDE/UnB**

Para o desenvolvimento da avaliação foram desenvolvidas inspeções no prédio da UnUCET, e a estes dados e fotos foram aplicados a metodologia Grau de Deterioração das Estruturas da Universidade de Brasília (GDE/UnB), aprimorada por FONSECA (2007), para classificar o grau de deterioração dos elementos estruturais e o grau de deterioração da estrutura como um todo.

A metodologia GDE/UnB para quantificação do grau de deterioração de estruturas de concreto foi desenvolvida por CASTRO (1994) com o objetivo de quantificar o grau de deterioração das estruturas. CASTRO (1994) tomou como base um estudo por KLEIN (1991) usado para determinar a deterioração de obras de artes, e baseado nesta metodologia, com ajustes que quantificavam o grau de deterioração de uma estrutura e seus elementos, foi possível adota - lá para estruturas de concreto armado. A eficácia deste método é comprovada por sua ampla aplicação em diversas edificações, além do amplo emprego em projetos finais de curso e dissertações de mestrado. O processo vem passando por processos de aprimoramento a partir de dissertações de mestrado, sendo que as principais são de LOPES (1998), BOLDO (2002) e FONSECA (2007).

A metodologia GDE/UnB apresenta parâmetros com finalidade de analisar estruturas que estejam sofrendo manifestações patológicas. Como parâmetros de inspeção, algumas considerações preliminares devem ser levadas em conta, como é o caso da agressividade do ambiente, do envelhecimento e da deterioração das estruturas de concreto, que são primariamente relevantes. Outro preceito de averiguação é a necessidade de ser feita a

identificação dos elementos estruturais, o que requer uma representação gráfica adequada com reconhecimento rigoroso de cada componente.

Vale ressaltar que é indispensável que a conceituação dos gêneros frequentes de danos em estruturas de concreto tenha definição precisa para o avaliador, pois o objetivo é criar uma padronização no modo de inspeção garantindo respostas coesas.

Foram utilizadas tabelas de apoio, retiradas do roteiro de inspeção de FONSECA (2007), para orientar as análises de campo.

### **Formulações da metodologia GDE/UnB**

As famílias de elementos típicas são: pilares, vigas, lajes, cortinas, escadas e rampas, reservatório superior, reservatório inferior, blocos de fundação, juntas de dilatação e elementos de composição arquitetônica.

Para cada família foi criada uma planilha onde foram listadas todas as manifestações patológicas específicas dos elementos de cada família, e atribuído para cada manifestação um fator de ponderação (Fp) que tem a função de quantificar a importância de um dano levando em conta fatores como condições gerais de estética, funcionalidade e segurança dos elementos de uma família. Após a separação em elementos e a determinação dos fatores de ponderação (Fp) para cada tipo de dano, foi definido o nível da gravidade de cada manifestação patológica segundo um fator de intensidade (Fi). Calculando-se assim o grau do dano (D) de cada manifestação.

Com os graus de dano de cada elemento calculados, conseguimos definir um grau de deterioração individual do elemento (Gde). Com os graus de deterioração individual de todos elementos de uma família, calculamos o grau de deterioração da família de elementos (Gdf).

Obtidos os graus de deterioração das diversas famílias que compõem a estrutura e entrando com um fator de relevância estrutural da família (Fr), previamente estabelecido segundo a importância relativa na funcionalidade e segurança estrutural, determinou-se o grau de deterioração da estrutura (Gd).

### **Definições dos parâmetros e fórmulas**

O fator de ponderação (Fp) tem a função de quantificar a importância de um dano levando em conta fatores como condições gerais de estética, funcionalidade e segurança dos elementos de uma família. Na metodologia de KLEIN et al. (1991) este fator é chamado de fator de gravidade de dano. Para cada tipo de dano em cada tipo de família de elemento é

atribuído um fator de ponderação que pode variar numa escala de 0 a 10. Uma determinada manifestação patológica pode ter fatores de ponderação diferentes de acordo com as características da família onde o elemento se insere, dependendo das consequências que o dano possa acarretar. Os valores do fator de ponderação de cada dano para cada família escolhido para este presente trabalho são os mesmos adotados por BOLDO (2002).

O fator de intensidade ( $F_i$ ) é atribuído pelo responsável pela vistoria técnica do elemento, em função da gravidade e evolução de uma manifestação patológica em um determinado elemento. Seu valor pode variar numa escala de 0 a 4, sendo 0 dado a um elemento sem lesões e 4 um elemento em estado crítico.

- \* Elemento sem lesões »  $F_i = 0$ ;
- \* Elemento com lesões leves »  $F_i = 1$ ;
- \* Elemento com lesões toleráveis »  $F_i = 2$ ;
- \* Elemento com lesões graves »  $F_i = 3$ ;
- \* Elemento em estado crítico »  $F_i = 4$ .

A quantificação do fator de intensidade ( $F_i$ ) seguiu o proposto por BOLDO (2002), onde temos classificação dos tipos de danos mais frequentes em edificações usuais com estrutura de concreto armado, com uma identificação do nível de gravidade das lesões e descrição sucinta das intensidades das manifestações, conforme características específicas, para fins de aplicação desta metodologia.

Segundo BOLDO (2002), o grau de dano de um elemento é a relação do fator de ponderação e o fator de intensidade, e pode ser calculado através das seguintes Equações 1 e 2:

$$\begin{aligned} D &= 0,4 \times F_i \times F_p, \text{ para } F_i \leq 2,0 \\ D &= [(6 \times F_i) - 14] \times F_p, \text{ para } F_i > 2,0 \end{aligned} \quad (2.1)$$

A partir da definição do grau do dano, calculou-se o grau de deterioração do elemento estrutural ( $G_{de}$ ) através da Equação 3:

$$G_{de} = D_{m\acute{a}x} \left[ 1 + \frac{\sum_{i=1}^m D_{(i)} - D_{m\acute{a}x}}{\sum_{i=1}^m D_{(i)}} \right] \quad (2.2)$$

Com o valor do grau de deterioração de um elemento ( $G_{de}$ ), determinou-se uma intervenção isolada para o elemento analisado. No Quadro 1 é apresentada as ações a serem

adotadas de acordo com os valores numéricos do grau de deterioração de cada elemento (Gde)

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

encontrado:

Quadro 1 - Classificação dos níveis de deterioração do elemento (BOLDO, 2002).

Nível de deterioração	G <sub>de</sub>	Ações a serem adotadas
Baixo	0-15	estado aceitável
Médio	15-50	observação periódica e intervenção a médio prazo
Alto	50-80	observação periódica minuciosa e intervenção a curto prazo
Crítico	>80	intervenção imediata para restabelecer funcionalidade e/ou segurança

O grau de deterioração de uma família de elementos (Gdf), leva em conta apenas os elementos com Gde > 15. Segundo CASTRO (1994), se em uma família de elementos forem verificados graus de deterioração Gde < 15 para todos os elementos, conseqüentemente o Grau de Deterioração da Família será Gdf = 0, portanto, não contribuirá para o cálculo do Grau de Deterioração da Estrutura (Gd). Segundo BOLDO (2002), calculamos o grau de deterioração de uma família de elementos através da Equação 4:

$$G_d = \frac{\sum_{i=1}^k F_r(i) \cdot G_{df}(i)}{\sum_{i=1}^k F_r(i)} \quad (2.3)$$

O fator de relevância estrutural (Fr) tem a função de considerar a importância relativa das diversas famílias de elementos que formam a estrutura, quanto ao comportamento e ao desempenho da própria. O Quadro 2 indica os valores para cada situação:

Quadro 2 - Fator de relevância estrutural (Fr) para cada elemento estrutural (BOLDO, 2002).

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

O grau de deterioração da estrutura (Gd) foi calculado utilizando a Equação 5 indicada por BOLDO (2002), e considerando o conjunto de todas as "k" famílias de elementos que compõem uma estrutura.

$$G_d = \frac{\sum_{i=1}^k F_r(i) \cdot G_d f(i)}{\sum_{i=1}^k F_r(i)} \quad (2.4)$$

De acordo com o valor atingido pelo grau de deterioração da estrutura (Gd) foi possível a indicação de uma intervenção para a estrutura. Os valores do Quadro 3, indicam as ações a serem tomadas de acordo com o grau de deterioração encontrado:

Quadro 3 - Classificação dos níveis de deterioração da estrutural (BOLDO, 2002)

Nível de deterioração	Gd	Ações a serem tomadas
Baixo	0 - 15	Estado aceitável. Manutenção preventiva
Médio	15 - 40	Definir prazo/natureza para nova inspeção. Planejar em médio prazo (máx. 2 anos).
Alto	40 - 60	Definir prazo/natureza para inspeção especializada. Planejar intervenção em curto prazo (máx. 1 ano).
Crítico	> 60	Inspeção especial emergencial. Planejar intervenção imediata.

## Apresentação dos resultados

Foram adotadas quatro (4) famílias de acordo com o local onde foi localizada a manifestação patológica, que foram: 1) Pilares; 2) Vigas; 3) Lajes; 4) Elementos arquitetônicos.

Para cada manifestação patológica encontrada foi atribuído a ela uma família, posteriormente aplicado o seu fator de ponderação (Fp) pré-definido de acordo com o trabalho de BOLDO (2002) e FONSECA (2007).

Os fatores de relevância (Fr) para o presente trabalho foram baseados no trabalho de BOLDO (2002) (Quadro 4).

Quadro 4- Fator de relevância (BOLDO,2001)

Fator de relevância	
Família de elementos	Fr
Pilares	5
Vigas	5
Marquise	3
Lajes	4
Elementos arquitetônicos	1

**a. Classificação de danos nas famílias**

A) Família das vigas

- Análise viga 01:

Tabela 1- Cálculo do dano na viga 01

NOME DO ELEMENTO:		VIGA01		
DANOS	FP	Fi	D	
CARBONATAÇÃO	7	0	0	
COBRIMENTO DEFICIENTE	6	0	0	
CONTAM./CLORETOS	10	0	0	
CORROSÃO DE ARMADURA	7	0	0	
DESAGREGAÇÃO	7	0	0	
DESVIO DE GEOMETRIA	8	2	6,4	
EFLORESCÊNCIA	5	2	4	
ESFOLIAÇÃO	8	2	6,4	
FISSURA	10	2	8	
INFILTRAÇÃO	6	3	24	
MANCHA	5	2	4	
RECALQUE	10	0	0	
SEGREGAÇÃO	6	0	0	
SINAIS DE ESMAGAMENTO	10	0	0	
Gde			37,09	



Figura 2 - Infiltrações na base da viga 01

- Análise Viga 02:

Tabela 2 - Cálculo do dano na viga 02

NOME DO ELEMENTO:		VIGA02		
DANOS	FP	Fi	D	
CARBONATAÇÃO	7	0	0	
COBRIMENTO DEFICIENTE	6	0	0	
CONTAM./CLORETOS	10	2	8	
CORROSÃO DE ARMADURA	7	0	0	
DESAGREGAÇÃO	7	0	0	
DESVIO DE GEOMETRIA	8	1	3,2	
EFLORESCÊNCIA	5	2	4	
ESFOLIAÇÃO	8	2	6,4	
FISSURA	10	0	0	
INFILTRAÇÃO	6	3	24	
MANCHA	5	2	4	
RECALQUE	10	0	0	
SEGREGAÇÃO	6	0	0	
SINAIS DE ESMAGAMENTO	10	0	0	
Gde			36,39	



Figura 3 - Patologias na viga 02

- Análise Viga 03:

Tabela 3 - Cálculo de dano na viga 03

NOME DO ELEMENTO:		VIGA03		
DANOS	FP	Fi	D	
CARBONATAÇÃO	7	0	0	0
COBRIMENTO DEFICIENTE	6	0	0	0
CONTAM./CLORETOS	10	0	0	0
CORROSÃO DE ARMADURA	7	0	0	0
DESAGREGAÇÃO	7	0	0	0
DESVIO DE GEOMETRIA	8	0	0	0
EFLORESCÊNCIA	5	0	0	0
ESFOLIAÇÃO	8	0	0	0
FISSURA	10	3	40	
INFILTRAÇÃO	6	0	0	0
MANCHA	5	2	4	
RECALQUE	10	0	0	0
SEGREGAÇÃO	6	0	0	0
SINAIS DE ESMAGAMENTO	10	0	0	0
Gde				43,67



Figura 4 - Fissura na viga 03

### Resultado na família de vigas:

As demais vigas estavam íntegras por isso não foram analisadas. Logo o grau de dano da família de vigas foi  $Gdf=55,71$ .

### B) Família das lajes:

- Análise laje 01

Tabela 4 - Cálculo do dano na laje 01

NOME DO ELEMENTO:		LAJE01		
DANOS	FP	Fi	D	
CARBONATAÇÃO	7	0	0	0
COBRIMENTO DEFICIENTE	6	0	0	0
CONTAM./CLORETOS	10	0	0	0
CORROSÃO DE ARMADURA	7	0	0	0
DESAGREGAÇÃO	7	1	2,8	
DESVIO DE GEOMETRIA	8	2	6,4	
EFLORESCÊNCIA	5	2	4	
ESFOLIAÇÃO	8	0	0	0
FISSURA	10	3	40	
INFILTRAÇÃO	6	3	24	
MANCHA	5	2	4	
RECALQUE	10	2	8	
SEGREGAÇÃO	6	0	0	0
SINAIS DE ESMAGAMENTO	10	0	0	0
Gde				62,06

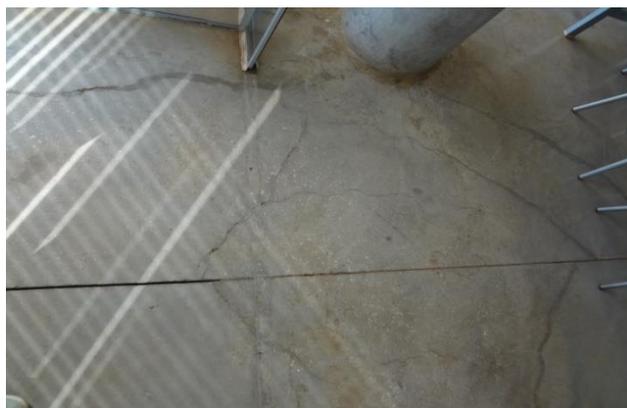


Figura 5 - Fissuras recalque da fundação

- Análise laje 02

Tabela 5 - Cálculo do dano laje 02

NOME DO ELEMENTO:		LAJE02		
DANOS	FP	Fi	D	
CARBONATAÇÃO	7	0	0	
COBRIMENTO DEFICIENTE	6	0	0	
CONTAM./CLORETOS	10	0	0	
CORROSÃO DE ARMADURA	7	0	0	
DESAGREGAÇÃO	7	1	2,8	
DESVIO DE GEOMETRIA	8	2	6,4	
EFLORESCÊNCIA	5	0	0	
ESFOLIAÇÃO	8	0	0	
FISSURA	10	2	8	
INFILTRAÇÃO	6	3	24	
MANCHA	5	2	4	
RECALQUE	10	0	0	
SEGREGAÇÃO	6	0	0	
SINAIS DE ESMAGAMENTO	10	0	0	
		Gde	35,26	



Figura 6 - Infiltração na laje 02

### Resultado na família de lajes:

O grau de dano da família de laje foi  $G_{df} = 72,43$ .

### C) Família dos elementos arquitetônicos:

- Análise parede 01

Tabela 6 - Cálculo do dano parede 01

NOME DO ELEMENTO:		PAREDE01		
DANOS	FP	Fi	D	
CARBONATAÇÃO	7	0	0	
COBRIMENTO DEFICIENTE	6	0	0	
CONTAM./CLORETOS	10	0	0	
CORROSÃO DE ARMADURA	7	0	0	
DESAGREGAÇÃO	7	0	0	
DESVIO DE GEOMETRIA	8	1	3,2	
EFLORESCÊNCIA	5	1	2	
ESFOLIAÇÃO	8	0	0	
FISSURA	10	0	0	
INFILTRAÇÃO	6	3	24	
MANCHA	5	2	4	
RECALQUE	10	0	0	
SEGREGAÇÃO	6	0	0	
SINAIS DE ESMAGAMENTO	10	0	0	
		Gde	30,65	



Figura 7- Manchas parede 01

- Análise parede 02

Tabela 7- Cálculo do dano parede 02

NOME DO ELEMENTO:		PAREDE02		
DANOS	FP	Fi	D	
CARBONATAÇÃO	7	0	0	
COBRIMENTO DEFICIENTE	6	0	0	
CONTAM./CLORETOS	10	0	0	
CORROSÃO DE ARMADURA	7	0	0	
DESAGREGAÇÃO	7	0	0	
DESVIO DE GEOMETRIA	8	1	3,2	
EFLORESCÊNCIA	5	1	2	
ESFOLIAÇÃO	8	0	0	
FISSURA	10	1	4	
INFILTRAÇÃO	6	2	4,8	
MANCHA	5	2	4	
RECALQUE	10	0	0	
SEGREGAÇÃO	6	0	0	
SINAIS DE ESMAGAMENTO	10	0	0	
		Gde	7,1	



Figura 8 - Infiltração base da parede 02

- Análise parede 03

Tabela 8 - Cálculo de dano parede 03

NOME DO ELEMENTO:		PAREDE03		
DANOS	FP	Fi	D	
CARBONATAÇÃO	7	0	0	
COBRIMENTO DEFICIENTE	6	0	0	
CONTAM./CLORETOS	10	0	0	
CORROSÃO DE ARMADURA	7	0	0	
DESAGREGAÇÃO	7	0	0	
DESVIO DE GEOMETRIA	8	1	3,2	
EFLORESCÊNCIA	5	1	2	
ESFOLIAÇÃO	8	0	0	
FISSURA	10	1	4	
INFILTRAÇÃO	6	2	4,8	
MANCHA	5	3	20	
RECALQUE	10	0	0	
SEGREGAÇÃO	6	0	0	
SINAIS DE ESMAGAMENTO	10	0	0	
Gde			28,24	

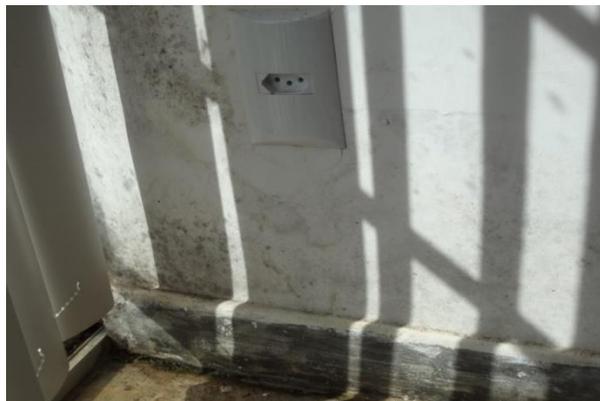


Figura 9 - Infiltração e manchas parede 03

- Análise parede 04

Tabela 9 - Cálculo de dano parede 04

NOME DO ELEMENTO:		PAREDE04		
DANOS	FP	Fi	D	
CARBONATAÇÃO	7	0	0	
COBRIMENTO DEFICIENTE	6	0	0	
CONTAM./CLORETOS	10	0	0	
CORROSÃO DE ARMADURA	7	0	0	
DESAGREGAÇÃO	7	0	0	
DESVIO DE GEOMETRIA	8	1	3,2	
EFLORESCÊNCIA	5	2	4	
ESFOLIAÇÃO	8	2	6,4	
FISSURA	10	1	4	
INFILTRAÇÃO	6	3	24	
MANCHA	5	2	4	
RECALQUE	10	0	0	
SEGREGAÇÃO	6	0	0	
SINAIS DE ESMAGAMENTO	10	0	0	
Gde			35,37	



Figura 10 - Patologias parede 04

### Resultado na família dos elementos arquitetônicos:

O grau de dano na família foi  $Gdf = 45,09$ . Lembrando que a parede 02 obteve  $Gde < 15$ , logo seu grau de dano não foi considerado.

#### b. Classificação do dano da estrutura

Tabela 10 – Grau de deterioração LABPEEC

CÁLCULO DO GRAU DE DETERIORAÇÃO DO LABORATÓRIO			
FAMÍLIA	DANO	FR	DXFR
PILARES	0	0	0
VIGAS	55,71	5	278,55
LAJES	72,43	4	289,72
ELEMENTOS ARQUITETÔNICOS	45,09	1	45,09
TOTAL:		10	613,36
		Gd	61,336

Considera-se estruturas com nível de deterioração  $40 < G_d > 60$  um nível alto, onde se recomenda um planejamento de inspeção em tempo curto, no máximo 1 ano. Para níveis de deterioração maiores que 60, conclui-se que a estrutura encontra-se em estado crítico, necessitando de inspeção especial emergencial. .

Podemos avaliar que o grau de dano da estrutura atingiu 61,336 devido às duas lajes analisadas que estão com problemas de fissuras e infiltrações em um estágio muito avançado. Os outros elementos encontram em um estado intermediário de deterioração, com necessidade da manutenção predial preventiva anual, conforme estabelecido na NBR 5674, que descreve a importância dos serviços de manutenções em planos de curto, médio e longo prazo, de maneira a reduzir a necessidade de sucessivas intervenções; minimizar a interferência dos serviços de manutenção no uso da edificação e a interferência dos usuários sobre a execução dos serviços de manutenção.

## Conclusões e Sugestões

Manutenção em Edificações pode ser entendida como o conjunto de atividades técnicas, operacionais e administrativas que garanta o melhor desempenho da edificação para atender as necessidades dos usuários, com confiabilidade e disponibilidade, ao menor custo possível, consoante definição do livro "Técnicas de Inspeção e Manutenção Predial" editado pela PINI em 2006.

Assim, a ausência ou falhas da manutenção predial pode prejudicar o bom funcionamento ou até mesmo impedir a utilização da edificação, nos casos mais graves, afetando diretamente os usuários, trazendo graves prejuízos. Porém, a cultura da manutenção é incipiente no Brasil, sendo raros os prédios que recebem os serviços adequados dessa atividade (LÍVIO, 2009).

Segundo o engenheiro Antonini (2011), a omissão relativa à manutenção das edificações é constatada nos frequentes casos de edificações que são inutilizadas muito antes de cumprida a vida útil projetada, causando muitos transtornos aos seus usuários e sobre custo em intensivos serviços

de recuperação ou construção de novas edificações. Seguramente pior é a falta de alternativas, que se obriga o uso de edificações cujo desempenho atingiu níveis inferiores ao mínimo recomendável para um uso saudável, higiênico ou seguro. Caso este que é muito comum nas escolas e universidades públicas do país.

As fissuras e o abaulamento do piso devido ao recalque da fundação são problemas estruturais que requerem uma melhor avaliação de profissionais da área, visto que nesses casos, a reparação em si do componente trincado é a parte menos importante na resolução do problema. Estudos demonstram que há possibilidade de continuação do movimento, nenhum método de reparo do componente será eficiente. Portanto a recuperação do componente só deverá ser efetuada quando o movimento estabilizar. Antes dessa estabilização, devem-se focar no combate as causas dos recalques, aplicando técnicas de consolidação do terreno, ou de reforço da fundação. Medidas complementares devem ser tomadas como a impermeabilização superficial do terreno ao redor da obra, drenagem superficial de águas que possam eventualmente empoçar nas proximidades da fundação e corte de árvores que absorvam muita água do solo.

Foram encontradas também casos de fissuras provenientes da passagem de água, que além de provocar manchas, contribuem para o desencadeamento de outras patologias como a eflorescências, bolhas, possibilitam a proliferação de bolores e que nos caso mais graves, propiciam um processo de corrosão das armaduras que se não forem tratadas adequadamente chegam a comprometer a estabilidade estrutural das edificações. Para este caso recomenda-se o tratamento com impermeabilizante acrílico flexível. É sugerido preencher a abertura da fissura com resinas acrílicas, se necessário, pode-se estruturar a área com a aplicação de uma tela especial a base de fibras de vidro de mono-filamento contínuo e posterior pintura flexível.

Desse modo, o prédio do LabPEEC encontra-se em estado de deterioração alto necessitando de um plano de manutenção predial imediato, que conforme a NBR 5674 consiste em um conjunto de atividades a serem realizadas para conservar e recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes de atender as necessidades e segurança de seus usuários.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674: **Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro, RJ. 2012.

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

BRANDÃO, M. L. **Patologias nas Edificações, com até cinco anos de idade, executas no estado de Goiás.** 218p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás Goiânia, 2007.

BOLDO, P. **Análise Quantitativa de Estruturas de Concreto Armado de Edificações no Âmbito do Exército Brasileiro.** 295p. Dissertação de Mestrado, Publicação E.DM001A/02, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, Brasília, 2002.

CASTRO, E. K. **Desenvolvimento de Metodologia para Manutenção de Estruturas de Concreto Armado.** 1994. 135 f. Monografia (Superior) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 1994.

FONSECA, R. P. **A estrutura do instituto central de ciências: aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e proposta de estratégias para manutenção.** 231 p. Monografias (Superior) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

KLEIN, D.; GASTAL, F.; CAMPANOLO, J. L.; SILVA FILHO, L. C. **Critérios adotados na vistoria e avaliação de obras de arte.** XXV Jornadas Sul americanas de Engenharia Estrutural, Porto Alegre, Anais, pp 185-196, Novembro. 1991.

LÍVIO, T. **Reflexos do Planejamento de Manutenção Predial.** Artigo. Disponível em <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/145/artigo286584-1.aspx>> Acessado em 30 de maio de 2016, segunda-feira, Goiânia.

UEG - UNUCET. Disponível em: <<http://www.unucet.ueg.br/biologia/index.php?go=laboratorios>>. Acesso em: 25 Maio 2016.