

Received:
September 25, 2020

Accepted:
February 14, 2021

Published:
April 30, 2021

Pathological manifestation analysis in Curvelo-MG building

Thiago Bomjardim Porto¹ , Gabriela Farias Pimenta² , Lucas Alves Gonçalves³ ,
Mariana Fernandes Pereira⁴ 

¹ Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Curvelo, Brasil.

Email address

thiago.porto@cefetmg.br (Thiago B. Porto)

gabifariaspimenta@gmail.com (Gabriela F. Pimenta)

lucas-alves296@hotmail.com (Lucas A. Gonçalves) – Corresponding author.

marianafernandes@hotmail.com (Mariana F. Pereira)

Abstract

Pathologies are present in many buildings due to several factors such as lack of technical responsibility of the work, poor project execution, lack of design or use of low-quality materials. Thus, this work arose from the need to present a treatment plan for the pathological manifestations found in a building in the central region of Curvelo, located in the state of Minas Gerais, proposing solutions to mitigate them. The methodology of this article involves four stages, the first consists of a literature review, the second is a case study, where a cadastral survey of the place where the problem is found, along with the photographic record of the pathologies found. In the third stage is made the analysis of pathologies, while in the fourth and last stage is proposed the solution of the problems found, where it was decided to perform a structural reinforcement with metal plate to contain the propagation of cracks.

Keywords: Pathology, Reinforcement, Construction.

1. Introdução

No cenário atual é possível perceber um aumento na quantidade de obras em diversos setores para suprir a demanda do país. Mas, não ocorreu investimento significativo em qualificação da mão-de-obra, estudos preliminares do solo e em projetos, iniciando as obras de maneira indevida (Ferreira, 2016), resultando em posteriores problemas na edificação já concluída.

No ramo da construção civil, desde os primórdios, as patologias estão presentes na maioria das edificações, devido a diversos fatores. Dentre os fatores que causam as patologias pode-se citar a falta de responsável técnico da obra, má execução do projeto e materiais com baixa qualidade. Entre as inúmeras manifestações patológicas existentes, uma das mais recorrentes são as trincas e fissuras. Elas são mais ocorrentes nas alvenarias existentes em estruturas de concreto armado.

O concreto é composto de uma mistura feita de agregados miúdos e graúdos, cimento e água. É um material que resiste às tensões de compressão de

uma estrutura, porém, possui uma baixa resistência à tração. Para que essa resistência aumente, são adicionadas ao sistema as barras de aço, fazendo com que o conjunto concreto mais armadura suportem as tensões de compressão e tração. O termo “concreto armado” é, portanto, o somatório destes dois materiais (concreto e barras de aço) que, trabalhando juntos, conseguem dar estabilidade às estruturas (Gonçalves, 2015).

A movimentação de estruturas é um fenômeno inevitável em peças de concreto armado. Já comprovado por diversos pesquisadores, que afirmam que toda estrutura de concreto se desloca. Com isso, a mesma está sujeita a uma série de patologias, sendo elas consequentes de problemas de projeto e execução (Lottermann, 2013).

Segundo Lottermann (2013), os principais defeitos que podem ocorrer na etapa de execução são: falhas na armação (estribos, ancoragem, emendas, cobrimento, espaçamento); falhas na concretagem (lançamento, adensamento, cura, fôrmas, outros); diferença entre a planta de armação e a lista de ferro; quando a armadura desloca sua

posição quando da concretagem; projetos inadequados ou avaliação da resistência do solo.

Além disso, também é comum falhas ocorridas durante a etapa de projeto, que são originadas de um estudo preliminar mal feito, podendo gerar o encarecimento do processo de construção, ou por transtornos relacionados a utilização da obra. É mais comum possuir falhas na realização do projeto final, que geralmente são as responsáveis pelo surgimento de problemas patológicos sérios, tais como: projetos inadequados (deficiência no cálculo da estrutura, equívoco na avaliação da resistência do solo, má definição do modelo analítico); falta de compatibilidade entre a estrutura e a arquitetura, bem como os demais projetos civis; especificação inadequada de materiais; detalhamento insuficiente ou errado; erros de dimensionamento (Santos, 2014).

Diante disso, este trabalho surgiu da necessidade de apresentar um plano de tratamento para as manifestações patológicas encontradas em um prédio da região central do município de Curvelo, situado no estado de Minas Gerais. O objetivo do trabalho foi propor soluções mitigadoras para estabilizar a propagação de fissuras, através do reforço da laje em balanço com chapa metálica.

2. Metodologia

Foi realizado, na primeira etapa, um estudo sobre manifestações patológicas em estruturas de concreto armado, explicando o seu conceito, suas principais causas e sintomas mais comuns. Foi abordado também os tipos mais frequentes de patologias.

Na segunda etapa, foi feita uma visita técnica na edificação, utilizada como estudo de caso, onde foi feito um levantamento cadastral por meio de uma trena, ou seja, a medição do local onde se encontra o problema. Logo depois, foi realizado registros fotográficos das fissuras e trincas encontradas.

Já na terceira etapa ocorreu a análise das patologias, foi feito um projeto do local estudado no Auto CAD, com planta baixa e corte, para facilitar a investigação. Logo após, elaborou-se um relatório fotográfico da edificação.

A última etapa consistiu na proposta de solução, com os estudos realizados nas etapas anteriores, foi elaborado soluções para as fissuras e trincas encontradas.

2.1. Problema analisado

O problema trata-se de uma edificação convencional em concreto armado com área estimada de 1000 m² por pavimento, totalizando 4 pavimentos, onde o térreo tem utilização comercial e demais pavimentos, utilização residencial. As lajes são pré-fabricadas, com a utilização de vigota e lajotas, conforme Figura (1), esquemática.

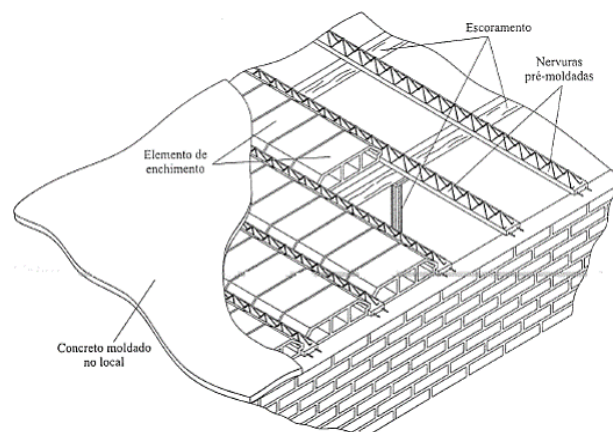


Figura 1 – Representação esquemática da laje pré-fabricada (El Debs, 2000).

Tem-se presente na edificação uma marquise com um balanço estimado de 1,20 m com uma ferragem complementar negativa supostamente ineficiente. As ferragens apresentadas nas vigotas estão apresentadas da Figura (2).

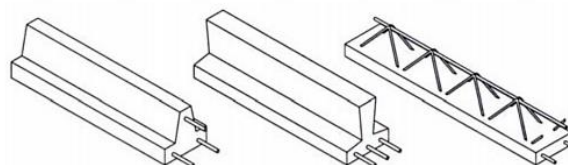


Figura 2 – Representação esquemática da laje pré-fabricada (El Debs, 2000).

O último andar é descoberto e possui sobrecarga normatizada de 5 kN/m², no perímetro da laje possui uma parede de alvenaria, que exerce um peso sobre a laje, possui uma fissura nessa parede devido ao deslocamento da estrutura. O objetivo deste trabalho é elaborar reforço estrutural para estabilizar movimentação da laje.

3. Dados coletados

A seguir são apresentadas as Figuras (3), (4), (5), (6), (7) e (8) por meio de registro fotográfico, as manifestações patológicas encontradas na construção e a sua localização.



Figura 3 – Fissura na parede entre o banheiro e o quarto, a patologia está “paralela ao piso.



Figura 4 – Fissura em 45 graus situada na parede da varanda do apartamento.



Figura 5 – Fissura em 45 graus situada na mesma região da patologia da varanda, porém é na parede do quarto.



Figura 6 – Fissura que vai descendo do teto, na parede do quarto.



Figura 6 – Fissura externa na cobertura do prédio, acima do apartamento, a patologia está adentrando essa parede de alvenaria.



Figura 7 – Fissura interna na cobertura do prédio que adentra a parede, a patologia ocorre no mesmo rumo do apartamento.



Figura 8 – Trica no guarda corpo do prédio.

Para auxiliar no diagnóstico das manifestações patológicas encontradas, foi realizado um estudo da planta baixa da edificação, foi elaborada uma planta baixa e corte do local analisado. A Figura (9) representa a planta baixa do apartamento, já a Figura (10) é a cobertura e Figura (11) mostra o corte do projeto:

4. Resultados e discussão

Analisando o corte apresentado é possível perceber que a edificação possui uma laje em balanço, e as patologias existentes na mesma são efeitos de uma flecha maior do que a laje pré-moldada utilizada suporta. A seguir tem-se representado na Figura (12) flecha e a Figura (13) o detalhamento das ferragens utilizadas nas vigotas da laje:

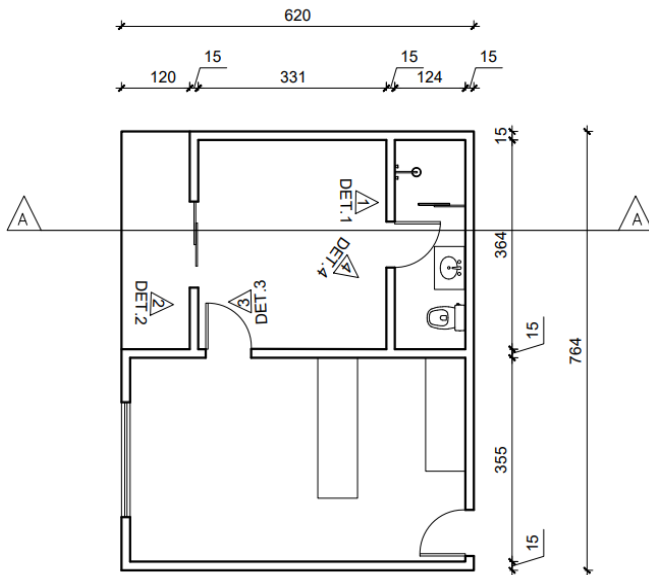


Figura 9 – Planta baixa do apartamento.

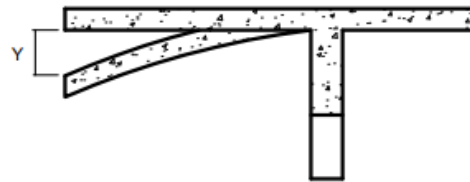


Figura 12 – Flecha no balanço.

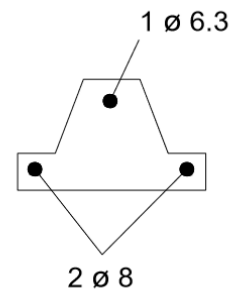


Figura 13 – Detalhamento das ferragens utilizadas.

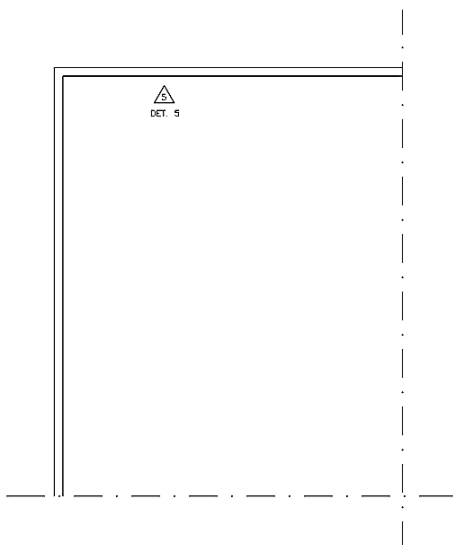


Figura 10 – Planta baixa da cobertura.

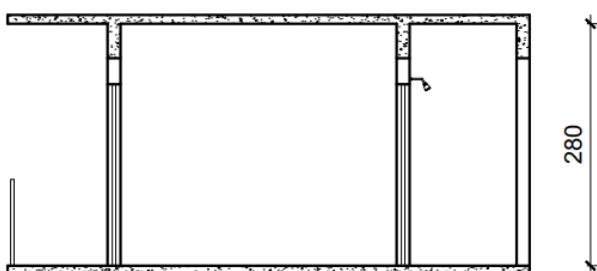


Figura 11 – Corte da planta.

Segundo Oliveira (2001), as fissuras em paredes ocorrem devido ao aparecimento de flechas em componentes fletidos. O desenvolvimento dessas fissuras será em função do tamanho da flecha, das dimensões dos blocos, tipo de junta, características do material de assentamento, dimensões e localização dos vãos inseridos na parede etc. Quando as alvenarias não são dimensionadas para suportar as flechas, estas tendem a introduzir esforços de tração e cisalhamento causando trincas em diversas configurações.

O projeto estrutural consiste em cálculos, preparação de desenhos, especificações, memória de cálculo e documentos similar. Todos os elementos são importantes para a qualidade (Brandão e Pinheiro, 1999).

O controle da qualidade de projetos estruturais compreende em examinar as informações contidas nos documentos gerados com o objetivo de checar o atendimento às exigências da qualidade, por meio de uma análise comparativa com os documentos de referência. Com isso, o

controle de projeto verifica se todas as exigências e condições necessárias são satisfeitas (Brandão e Pinheiro, 1999).

Para o problema apresentado será proposto um projeto de reforço na laje, calculando a área de ferro negativa necessária para esta laje em balanço. As cargas da laje e o diagrama são apresentados na Figura (14), o cálculo foi realizado segundo a ABNT NBR 6118/2014, Projeto de estruturas de concreto – Procedimento e Porto e Fernandes (2015):

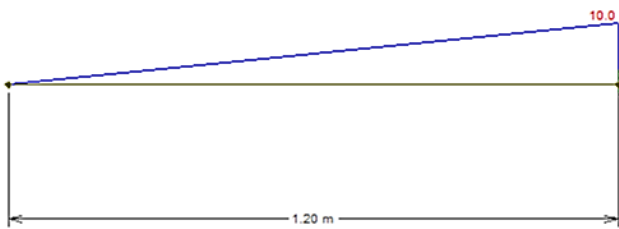


Figura 14 – Diagrama.

As cargas dos problemas são definidas como na Equação (1):

$$q_{total} = pp + rev + sc \quad (1)$$

$$\begin{aligned} PP &= 2,5 \text{ KN/m}^2 \\ Rev &= 1,0 \text{ KN/m}^2 \\ SC &= 5,0 \text{ KN/m}^2 \\ q_{Total} &= 8,5 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

$$M_{max} = \frac{q \cdot l^2}{2} \quad (2)$$

Sabendo que $l = 1,2 \text{ m}$:

$$\begin{aligned} M_{max} &= \frac{8,5 \cdot 1,2^2}{2} \\ M_{max} &= 7,56 \text{ KN} \cdot \text{m/m} \end{aligned}$$

Utilizou-se o f_{ck} de 20 Mpa na Equação (3), de tal forma que tem-se:

$$f_c = 18,21 \text{ MPa}$$

$$K = \frac{M \cdot d}{f_c \cdot b \cdot d^2} \quad (3)$$

$$K = \frac{1,4 \cdot 7,65 \cdot 10^2}{182,1 \cdot 100 \cdot 8^2}$$

$$K = 0,00092 < K_1 = 0,205$$

Para encontrar a área de ferro será utilizada a Equação (4):

$$A_s = \frac{f_c \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot K}) \quad (4)$$

$$A_s = \frac{182,1 \cdot 100 \cdot 8}{4348} \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,00092})$$

$$A_s = 3,24 \text{ cm}^2$$

Portanto adotando um ferro de 8mm, amplamente utilizado, basta dividir a área de ferro pelo diâmetro adotando, chegando na seguinte armadura:

$$\text{Ø } 8 \text{ c/ } 12$$

Nas Figuras (15) e (16), mostram o projeto da proposta para solucionar o problema proposto. Nestas imagens exibe o dimensionamento das ferragens da vigota e da camada de concreto armado, que será colocado por cima, para conter as fissuras.

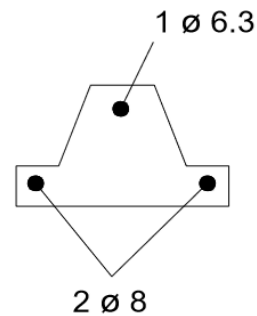


Figura 15 – Ferragens da vigota.

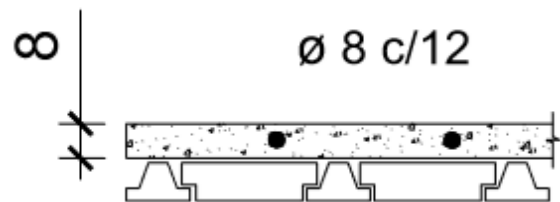


Figura 16 – Corte da solução escolhida para resolução do problema

Para solucionar as patologias, será proposto a utilização de barras de aço acima da laje em todo o local que possui balanço. Essa ferragem possui a função de atuar na flexão, evitando o deslocamento da laje. A estrutura avança uma parte do balanço e da laje, além disso, coloca-se concreto acima e pinos para travamento.

5. Conclusão

As patologias nas construções em concreto armado são muito comuns de ocorrer, elas podem aparecer rapidamente ou depois de muitos anos. A patologia é uma forma de demonstrar que a estrutura está prestes a romper, por isso, deve ser tratada com cuidado e atenção. Sua causa pode ser por erro de execução ou projeto.

No estudo de caso elaborado nesse artigo, foi possível perceber que a patologia encontrada ocorreu em pouco tempo, se não tomar os devidos cuidados a edificação não poderá ser habitada.

O motivo do seu aparecimento foi problema de concepção do projeto, ou seja, não foi previsto uma armadura negativa na laje em balanço. Esse sistema de armaduras evita o aparecimento de patologias, reforçando a estrutura.

Possui outras soluções para resolver os problemas, além dessa que foi apresentada no artigo, porém essa foi a mais viável. Com isso, é importante que ela seja executada para evitar que as fissuras aumentem.

7. Agradecimentos

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET MG) pelo apoio a esta pesquisa. Os autores gostariam de agradecer também o apoio PETe do NOS, em particular as professoras Ana Cecília Estevão e Patricia Bhering Fialho.

Referências

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6118, 2014: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. 1 ed. Rio de Janeiro.

El Debs, M.K., 2000. Concreto Pré-Moldado: Fundamentos e Aplicações. 2ª ed.

Ferreira, J.S.S., 2016. *Patologias em edificações devido ao recalque diferencial em fundações*. Especialização em Engenharia Civil. Universidade Federal de Minas Gerais.

Gonçalves, E.A.B., 2015. *Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações*. Graduação. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Lottermann, A.F., 2013. *Patologias em estruturas de concreto: estudo de caso*. Graduação. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Oliveira, F.L., 2001. *Reabilitação de paredes de alvenaria pela aplicação de revestimentos resistentes de argamassa armada*. Doutorado. Universidade de São Paulo.

Porto, T.B., e Fernandes, D.S.G., 2015. *Curso Básico de Concreto Armado*. São Paulo: Oficina de Textos.

Santos, C.F., 2014. *Patologia de estruturas de concreto armado*. Graduação. Universidade Federal de Santa Maria.

Brandão, A.M.S., e Pinheiro, L.M., 1999. Qualidade e durabilidade das estruturas de concreto armado: aspectos relativos ao projeto. *Cadernos de engenharia de estruturas*, pp.1-25.